



**Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Titulació:

Enginyeria Superior Industrial

Alumne:

Albert Mora

Títol del PFC:

Disseny d'un sistema hidràulic per a camions bolquet (dumper) de descàrrega en 3 direccions

Director del PFC:

Francisco Javier Freire Venegas

Convocatòria d'entrega del PFC:

Juny de 2013

Contingut d'aquest volum:

ANNEXES

ÍNDEX ANNEXES

ÍNDEX ANNEXES	3
CAPÍTOL 1: CÀTALEGS UTILITZATS	5
Annex A: Propietats de l'acer UNE-EN-10083-1 (generals).	6
Annex B: Dimensions normalitzades dels perfils d'acer quadrats buits.	7
Annex C: Propietats acer, segons normativa UNE-EN-10025.	7
Annex D: Dimensions normalitzades dels perfils d'acer rectangulars buits.	8
Annex E: Propietats de l'acer UNE-EN-10083-1 (especials).	8
Annex F: Característiques DIN 931. Cargols hexagonals.	9
Annex G: Característiques DIN 934. Femelles hexagonals.	11
Annex H: Propietats alumini 6061.	12
Annex I: Reglament sobre vehicles pesats, prioritaris, especials, de transport de persones i mercaderies i tramitació administrativa.	13
Annex J: Dimensions generals del vehicle.	13
Annex K: Característiques DIN 471 (circlips).	14
Annex L: Característiques DIN 6340 (volandera).	15
Annex M: Característiques Cilindre Hidràulic de la Ròtula.	15
Annex N: Característiques de les escombreteres flexibles.	16
Annex O: Característiques del greix GRA-EM2 de SKF.	17
Annex P: Característiques Casquet de Fricció.	18
Annex Q: Característiques Casquet de Fricció amb valona.	18
Annex R: Característiques Pressa de Força.	19
Annex S: Característiques Bomba Hidràulica.	20
Annex T: Característiques del sistema d'unió entre la caixa de canvis i la Pressa de Força.	22
Annex U: Característiques del sistema d'unió entre la Pressa de Força i la Bomba hidràulica.	23
Annex V: Característiques del dipòsit.	24
Annex W: Característiques del fluid hidràulic.	24
Annex X: Característiques del Cilindre principal.	25
Annex Y: Característiques Vàlvula limitadora de pressió.	27
Annex Z: Característiques Vàlvula limitadora de pressió.	29
Annex AA: Característiques de la Vàlvula d'estrangulament.	30
Annex AB: Característiques de la Vàlvula antiretorn.	30
Annex AC: Característiques del filtre d'aspiració.	31
Annex AD: Característiques del filtre de retorn.	31
Annex AE: Característiques del tancament de portes laterals.	32
Annex AF: Característiques del cilindre de tancament de porta posterior.	33
Annex AG: Característiques acer Toolox 44.	36
CAPÍTOL 2: ESTUDI DE MERCAT	39
2.1. Enquesta realitzada a conductors de camions:	39
2.2. Resultats obtinguts:	41
2.3. Enquesta realitzada a la resta de conductors i/o vianants:	46
2.4. Resultats obtinguts:	47
2.5. Conclusions:	49
CAPÍTOL 3: DETALLS CÀLCULS JUSTIFICATIUS	51
3.1. Estudis a analitzar.	51
3.1.1. Estudi 1: Conducció + plena càrrega	52
3.1.2. Estudi 2: Descàrrega posterior + plena càrrega	54
3.1.3. Estudi 3: Descàrrega posterior + mitja càrrega	56
3.1.4. Estudi 4: Descàrrega lateral + plena càrrega	58
3.1.5. Estudi 5: Descàrrega lateral + mitja càrrega	60
3.1.6. Estudi 6: Aixecament posterior inicial + plena càrrega	62
3.1.7. Estudi 7: Aixecament lateral inicial + plena càrrega	64
3.2. Càlculs de les Barres Transversals	66

3.2.1. Càlculs realitzats	66
3.2.2. Simulacions realitzades	70
3.3. Càlculs de les Barres Longitudinals.	74
3.3.1. Càlculs realitzats	74
3.4. Càlculs de les Barres Interiors.	76
3.4.1. Càlculs realitzats	76
3.4.2. Simulacions realitzades	78
3.5. Càlculs de la Ròtula.	79
3.5.1. Càlculs realitzats	79
3.5.2. Simulacions realitzades	82
3.6. Càlculs de l'Allotjament.	83
3.6.1. Càlculs realitzats	83
3.6.2. Simulacions realitzades	86
3.7. Càlculs del Sistema de Basculació central de la caixa.	88
3.7.1. Càlculs realitzats	88
3.7.2. Simulacions realitzades	91
3.8. Càlculs del Sistema de fixació Caixa - Sistema d'elevació.	92
3.8.1. Càlculs realitzats	92
3.8.2. Simulacions realitzades	95
3.9. Càlculs del Plat de pressió.	96
3.9.1. Càlculs realitzats	96
3.9.2. Simulacions realitzades	97
3.10. Anàlisi distribució de forces al Sistema d'elevació.	98
3.10.1. Estudi "Inici d'Aixecament"	98
3.10.2. Estudi "Descàrrega Lateral"	99
3.10.3. Estudi "Descàrrega Posterior"	100
3.11. Càlculs del Braç Superior.	102
3.11.1. Càlculs realitzats	102
3.11.2. Simulacions realitzades	104
3.12. Càlculs del Braç Inferior.	105
3.12.1. Càlcul resistent.....	105
3.12.2. Càlcul vinclament, rigidesa i deformació.	108
3.13. Càlculs del Suport de l'eix posterior.	109
3.13.1. Càlculs realitzats	109
3.13.2. Simulacions realitzades	113
3.14. Càlculs del Suport de l'eix del pistó.	114
3.14.1. Càlculs realitzats	114
3.14.2. Simulacions realitzades	116
3.15. Càlculs de l'Estructura Interior.	117
3.15.1. Simulacions realitzades	117
3.16. Càlculs del Suport de l'Estructura Interior.	118
3.16.1. Càlculs realitzats	118
3.16.2. Simulacions realitzades	120
3.17. Càlculs de les característiques hidràuliques.	121
3.17.1. Càlcul de la pressió mínima de treball.....	121
3.17.2. Càlcul del cabal mínim.....	121
3.18. Càlculs de les característiques hidràuliques.	122
3.18.1. Càlcul del cilindre hidràulic	122
3.18.2. Càlcul de l'anclatge	123
3.18.3. Càlcul de l'eix de l'anclatge.....	123
3.18.4. Càlcul del suport de fixació a la caixa basculant.....	124
3.18.5. Càlcul de l'eix de suport de fixació a la caixa basculant.....	125

CAPÍTOL 1: CÀTALEGS UTILITZATS

Aquests són els catàlegs i informació tècnica utilitzada per a realitzar el disseny del sistema hidràulic per a camions bolquet de descàrrega en 3 direccions

Annex A: Propietats de l'acer UNE-EN-10083-1 (generals).

Les propietats i característiques dels acers de la normativa UNE-EN-10083-1 (ús general) es troben descrites a continuació.

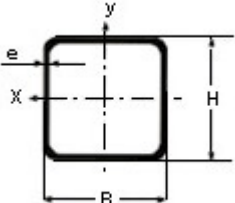
NORMAS NACIONALES				COMPOSICIÓN QUÍMICA							
UNE	AFNOR	DIN	AISI/SAE	C	Si	Mn	P	S	N	Otros	Estado Suministro
F112 F1120	XC 25	CK25	1025	0.25	-	0.55	-	-	-	-	Bruto de Laminación
F113 F1130	XC32 XC38	CK35	1035 1038	0.35	-	0.65	-	-	-	-	Bruto de Laminación
F114 F1140	XC45 XC48	CK45	1045	0.45	-	0.65	-	-	-	-	Bruto de Laminación
F115 F1150	XC55 H1	CK55	1055	0.55	-	0.75	-	-	-	-	Bruto de Laminación
--	XC60	CK60	1060 1064	0.60	-	0.75	-	-	-	-	Bruto de Laminación
F111 F1	E24	RST37-2	A570 Gr36	≤0.20	-	≤1.40	≤0.045	≤0.045	≤0.009	-	Bruto de Laminación
F112 F1120	E36	ST 52-3	A572 Gr50	≤0.22	≤0.56	≤1.60	≤0.035	≤0.035	-	-	Bruto de Laminación

Figura 1. Composició química i subministre dels acers UNE-EN-10083-1 (especials).

RESISTENCIA N/mm² EN ESTADO BONIFICADO									
UNE	AFNOR	DIN	AISI/SAE	D≤16	16<D≤40	40<D≤100	100<D≤160	160<D≤250	250<D≤500
F112 F1120	XC 25	CK25	1025	550 - 700	500 - 650	-	-	-	-
F113 F1130	XC32 XC38	CK35	1035 1038	630 - 780	600 - 750	550 - 700	-	-	-
F114 F1140	XC45 XC48	CK45	1045	700 - 850	650 - 800	630 - 780	-	-	-
F115 F1150	XC55 H1	CK55	1055	800 - 950	750 - 900	-700 - 850	-	-	-
--	XC60	CK60	1060 1064	850 - 1000	800 - 960	750 - 900	-	-	-
F111 F1	E24	RST37-2	A570 Gr36	340 - 470	340 - 470	340 - 470	320 - 470	320 - 470	-
F112 F1120	E36	ST 52-3	A572 Gr50	490 - 630	490 - 630	490 - 630	450 - 630	450 - 630	-

Figura 2. Resistència dels acers UNE-EN-10083-1 (especials).

Annex B: Dimensions normalitzades dels perfils d'acer quadrats buits.



100	3.0	8.96	11.4	177	3.94	35.4	41.2	279	53.2	0.390	112
	4.0	11.7	14.9	26	3.89	45.3	53.3	362	68.1	0.386	85.2
	5.0	14.4	18.4	271	3.84	54.2	64.6	441	81.7	0.383	69.4
	6.0	17.0	21.6	311	3.79	62.3	75.1	514	94.1	0.379	58.9
	6.3	17.5	22.2	314	3.76	62.8	76.4	536	97.0	0.373	57.3
	8.0	21.4	27.2	366	3.67	73.2	91.1	645	114	0.366	46.8
	10.0	25.6	32.6	411	3.55	82.2	105	750	130	0.357	39.1
	12.0	28.3	36.1	408	3.36	81.6	110	794	136	0.338	35.3
	12.5	29.1	37.0	410	3.33	82.1	111	804	137	0.336	34.4

Figura 3. Dimensions dels perfils d'acer quadrats buits.

Annex C: Propietats acer, segons normativa UNE-EN-10025.

Les propietats i característiques dels acers d'ús generals, sota la normativa UNE-EN.10025, es troben descrites a continuació.

Designación EN 10025-90	TORNEADO O LAMINADO					
	Rp0,2 N/mm ² D (mm)				Rm N/mm ² D (mm)	
	≤ 16	16-40	40-63	63-80	<3	3-100
S185	>185	>175	—	—	310-540	290-510
S235JR	>235	>225	—	—	360-510	340-470
S235JRG1	>235	>225	—	—	360-510	340-470
S235JRG2	>235	>225	>215	>215	360-510	340-470
S235JO	>235	>225	>215	>215	360-510	340-470
S235J2G3	>235	>225	>215	>215	360-510	340-470
S235J2G4	>235	>225	>215	>215	360-510	340-470
S275JR	>275	>265	>255	>245	430-580	410-560
S275JO	>275	>265	>255	>245	430-580	410-560
S275J2G3	>275	>265	>255	>245	430-580	410-560
S275J2G4	>275	>265	>255	>245	430-580	410-560
S355JR	>355	>345	>335	>325	510-680	490-630
S355JO	>355	>345	>335	>325	510-680	490-630
S355J2G3	>355	>345	>335	>325	510-680	490-630
S355J2G4	>355	>345	>335	>325	510-680	490-630
S355K2G3	>355	>345	>335	>325	510-680	490-630
S355K2G4	>355	>345	>335	>325	510-680	490-630

Figura 4. Propietats acers UNE-EN-10025

Annex D: Dimensions normalitzades dels perfils d'acer rectangulars buits.

The diagram shows a rectangular hollow section (RHS) with a vertical y-axis and a horizontal x-axis passing through the centroid. The outer dimensions are labeled H (height) and B (width). The wall thickness is labeled T. The centroidal axes are labeled X-X and Y-Y.

Diámetro exterior	Espesor	Masa por unidad de longitud	Área de la sección transversal	Momento de inercia de flexión		Radio de giro		Módulo de flexión elástico		Módulo de flexión plástico		Momento de inercia de torsión	Módulo de torsión	Área superficial por metro lineal	Longitud nominal por tonelada	
H x B mm mm	T mm	M kg/m	A cm ²	I _{xx} cm ⁴	I _{yy} cm ⁴	i _{xx} cm	i _{yy} cm	W _{elxx} cm ³	W _{elyy} cm ³	W _{plxx} cm ³	W _{plyy} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	A _s m ² /m	m	
120	60	2.5	6.74	8.59	161	55.2	4.33	2.53	26.9	18.4	33.2	20.6	133	31.7	0.351	148
		3.0	8.01	10.2	189	64.4	4.30	2.51	31.5	21.5	39.2	24.2	156	37.1	0.350	125
		4.0	10.5	13.3	241	81.2	4.25	2.47	40.1	27.1	50.5	31.1	201	47.0	0.346	95.4
		5.0	12.8	16.4	287	96.0	4.19	2.42	47.8	32.0	60.9	37.4	242	55.8	0.343	77.9
		6.0	15.1	19.2	328	109	4.13	2.38	54.7	36.3	70.6	43.1	280	63.6	0.339	66.2
		6.3	15.5	19.7	327	109	4.07	2.35	54.4	36.4	71.2	43.7	289	65.1	0.333	64.6
	80	8.0	18.9	24.0	375	124	3.95	2.27	62.6	41.3	84.1	51.3	340	75.0	0.326	53.0
		3.0	8.96	11.4	230	123	4.49	3.29	38.4	30.9	46.2	35.0	255	50.8	0.390	112
		4.0	11.7	14.9	295	157	4.44	3.24	49.1	39.3	59.8	45.2	331	64.9	0.386	85.2
		5.0	14.4	18.4	353	188	4.39	3.20	58.9	46.9	72.4	54.7	402	77.8	0.383	69.4
		6.0	17.0	21.6	406	215	4.33	3.15	67.6	53.8	84.3	63.5	469	89.4	0.379	58.9
		6.3	17.5	22.2	408	217	4.28	3.12	68.1	54.3	85.6	64.7	488	92.1	0.373	57.3
	8.0	21.4	27.2	476	252	4.18	3.04	79.3	62.9	102	76.9	584	108	0.366	46.8	

Figura 5. Dimensions dels perfils d'acer rectangular buits.

Annex E: Propietats de l'acer UNE-EN-10083-1 (especials).

Les propietats i característiques dels acers de la normativa UNE-EN-10083-1 (ús especials) es troben descrites a continuació.

NORMAS NACIONALES				COMPOSICIÓN QUÍMICA							
UNE	AFNOR	DIN	AISI/S AE	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Otros	Estado Suministro
F1202 F1211	42 C 4	41Cr 4	5140 5140 h	0.41	-	0.75	1.05	-	-	-	Recocido – Bonificado – Bruto de laminación
F222	25 CD 4	25 Cr Mo 4	4130	0.25	-	0.75	1.05	0.22	-	-	Recocido – Bonificado – Bruto de laminación
F1250	34 CD 4	34 Cr Mo 4	4135 4137	0.34	-	0.75	1.05	0.22	-	-	Recocido – Bonificado – Bruto de laminación
F1252 F125	42 CD 4	42 Cr Mo 4	4140 4142	0.42	-	0.75	1.05	0.22	-	-	Recocido – Blando – Bruto de laminación
F1252 F125	-	42 Cr Mo S 4	-	0.42	-	0.75	1.05	0.22	-	S 0.030	Bonificado
F128	35 NCD 6	34 Cr Ni Mo 6	4337 4340	0.34	-	0.65	1.50	0.22	1.50	-	Bonificado
F1272	30 NCD 8	30 Cr Ni Mo 8	-	0.30	-	0.45	2.00	0.40	2.00	-	Bonificado
F1260 F126	35 NCD 16	36 Ni Cr Mo 16	-	0.36	-	0.45	1.80	0.35	3.85	-	Bonificado

Figura 6. Composició química i subministre dels acers UNE-EN-10083-1 (especials).

RESISTENCIA N/mm² EN ESTADO BONIFICADO

UNE	AFNOR	DIN	AISI/S AE	D≤16	16<D≤40	40<D≤100	100<D≤160	160<D≤250	250<D≤500
F1202 F1211	42 C 4	41Cr 4	5140 5140 h	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950	-	-	-
F222	25 CD 4	25 Cr Mo 4	4130	900 – 1100	800 – 950	750 – 850	650 – 800	650 – 800	600 – 750
F1250	34 CD 4	34 Cr Mo 4	4135 4137	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950	750 – 900	700 – 850	650 – 800
F1252 F125	42 CD 4	42 Cr Mo 4	4140 4142	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950	750 – 900	700 850
F1252 F125	-	42 Cr Mo S 4	-	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950	750 – 900	700 – 850
F128	35 NCD 6	34 Cr Ni Mo 6	4337 4340	1200 – 1400	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950	750 – 900
F1272	30 NCD 8	30 Cr Ni Mo 8	-	1250 – 1450	1250 – 1450	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100	850 – 1000
F1260 F126	35 NCD 16	36 Ni Cr Mo 16	-	1250 - 1450	1250 - 1450	1100 - 1300	1000 - 1200	1000 - 1200	-

Figura 7. Resistència dels acers UNE-EN-10083-1 (especials).

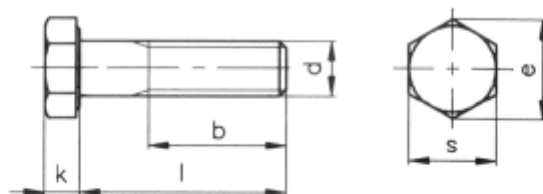
Annex F: Característiques DIN 931. Cargols hexagonals.

d ₁	M4	M5	M6	M8	M10	M12	{M14}	M16	{M18}	M20	{M22}	M24
b L ≤ 125	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
b L > 125 ≤ 200			24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
b L > 200					45	49	53	57	61	65	69	73
e	7,66	8,79	11,05	14,38	18,9	21,1	24,49	26,75	30,14	33,53	35,72	39,98
k	2,8	3,5	4	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5	14	15
s	7	8	10	13	17/16*	19/18*	22/21*	24	27	30	32/34*	36

d ₁	{M27}	M30	{M33}	M36	{M39}	M42	{M45}	M48
b L ≤ 125	60	66	72	78	84	90	96	102
b L > 125 ≤ 200	66	72	78	84	90	96	102	108
b L > 200	79	85	91	97	103	109	115	121
e	45,2	50,85	55,37	60,79	66,44	71,3	76,95	82,6
k	17	18,7	21	22,5	25	26	28	30
s	41	46	50	55	60	65	70	75

Figura 8. Dimensions principals dels cargols hexagonals DIN 9314 (I)

TORNILLO CABEZA HEXAGONAL ROSCA PARCIAL



k	3,5	4	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5	14	15	17	18,7	21	22,5
e	8,79	11,05	14,38	18,9	21,1	24,49	26,75	30,14	33,53	35,72	39,98	45,2	50,85	55,37	60,79
s	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55
b L≤125	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	72	78
b 125<L≤200		24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	78	84
b L>200				45	49	53	57	61	65	69	73	79	85	91	97

L	M-5	M-6	M-8	M-10	M-12	M-14	M-16	M-18	M-20	M-22	M-24	M-27	M-30	M-33	M-36
30	x	x	x												
35	x	x	x	x											
40	x	x	x	x	x										
45	x	x	x	x	x	x									
50	x	x	x	x	x	x	x								
55	x	x	x	x	x	x	x	x							
60	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
65		x	x	x	x	x	x	x	x	x					
70	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
75		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
80		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
90		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
100		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
110		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
120		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
130			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
140			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
150			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
160			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
170			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
180			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
190				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
200				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
210					x		x		x		x	x	x	x	x
220					x		x		x		x	x	x	x	x
230					x		x		x		x	x	x	x	x
240					x		x		x		x	x	x	x	x
250					x		x		x		x	x	x	x	x
260									x		x	x	x	x	x
270									x		x	x	x	x	x
280									x		x	x	x	x	x
290									x		x	x	x	x	x
300									x		x	x	x	x	x

Figura 9. Dimensiones principales dels cargols hexagonals DIN 9314 (I)

Annex G: Característiques DIN 934. Femelles hexagonals.

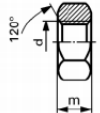

Hex nuts, steel								
DIN 934								
								
M								
2	4	1,6	6.—	2.10	1.50	6.—	2.75	2.10
2,5	5	2	6.—	2.10	1.50	6.—	2.75	2.10
3	5,5	2,4	6.—	1.50	1.—	6.—	1.75	1.20
(3,5)	6	2,8	6.—	2.10	1.50	6.—	2.75	2.10
4	7	3,2	6.—	1.60	1.20	6.—	2.05	1.50
5	8	4	6.—	1.95	1.45	6.—	2.60	1.90
6	10	5	6.—	2.50	2.—	6.—	3.50	2.65
(7)	11	5,5	8.70	5.70	4.50			
8	13	6,5	6.—	3.95	3.40	8.60	5.50	4.15
10	17 ISO 16	8	8.90	6.70	5.40	13.80	9.10	7.60
12	19 ISO 18	10	12.50	9.90	8.10	16.—	13.90	10.80
(14)	22 ISO 21	11	21.—	16.60	14.10	24.50	19.20	17.10
16	24	13	23.25	17.60	14.80	34.—	25.50	22.75
(18)	27	15	40.50	33.75		55.—	46.—	
20	30	16	49.—	35.50		61.50	47.50	43.50
(22)	32 ISO 34	18	74.—	59.50				

Figura 10. Dimensions principals de les femelles hexagonals DIN 934

Annex H: Propietats alumini 6061.

ALUMINIO 6061

USOS MÁS FRECUENTES

Componentes de chapa conformada y/o soldada, piezas mecánicas, industria del plástico, camiones, torres, canoas, vagones, muebles, cañerías y otras aplicaciones estructurales donde se requiera soldabilidad y resistencia a la corrosión y mecánica.

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN %

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros	Al
Min	0.40		0.15		0.80	0.04				
Max	0.80	0.70	0.40	0.15	1.20	0.35	0.25	0.15	0.15	Resto

PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad [gr/cm ³]	2.7	Coef. De dilatación (0 a 100 °C) [°C ⁻¹ x 10 ⁶]	23.6
Rango de fusión [°C]	575 – 650	Conductividad Térmica (0 a 100 °C) [W/m °C]	Temple T6: 167
Módulo de elasticidad [MPa]	69500	Resistividad a 20 °C [μΩcm]	Temple T6: 4.0
Coefficiente de Poisson	0.33	Calor específico (0 a 100 °C)	940

PROPIEDADES TECNOLÓGICAS

Proceso	Clasificación	Proceso	Clasificación
<u>Soldabilidad:</u>		<u>Maquinabilidad</u> (Temple T6)	
Electrón Beam	A	Corte de viruta	C
Gas Inerte (TIG o MIG)	B	Brillo de sup. mecanizada	A
Por resistencia	B		
Brazing	B		
<u>Embutido Profundo</u>		<u>Resistencia a la corrosión</u>	
Recocido		Agentes atmosféricos	A
Semi duro		Ambiente marino	B
Duro			
<u>Repujado</u>		<u>Anodizado</u>	
Temple 0		Protección	A
		Brillante	C
		Duro	A

Clasificación: (A) Muy buena - (B) Buena - (C) Aceptable - (D) Pobre o No Recomendado

PROPIEDADES MECÁNICAS

Dureza Brinell: 65

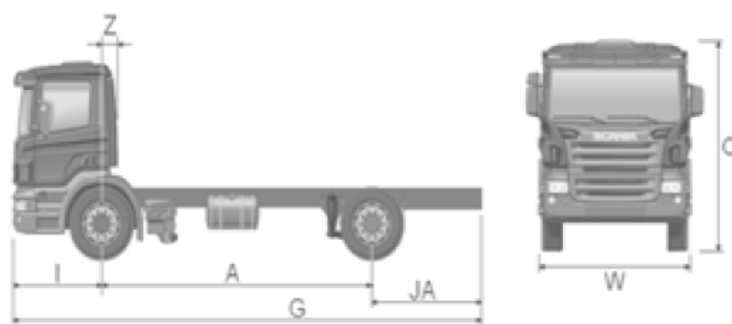
Figura 11. Propietats alumini 60161

Annex I: Reglament sobre vehicles pesats, prioritaris, especials, de transport de persones i mercaderies i tramitació administrativa.

2.3.2 Anchura máxima.

- La anchura máxima autorizada, como regla general: **2,55 m.**
- Superestructuras de vehículos acondicionados (Un vehículo acondicionado es cualquier vehículo cuyas superestructuras fijas o móviles estén parcialmente equipadas para el transporte de mercancías a temperaturas dirigidas y en el que el espesor de cada pared lateral, incluido el aislamiento, sea de 45 mm. como mínimo.): **2,60 m.**
- Autobuses especialmente acondicionados para el traslado de presos (Se entiende por vehículo tipo autobús, especialmente acondicionado para el traslado de presos, el constituido por un compartimento central para celdas separado del delantero (conducción y escolta) y trasero (escolta), así como por un pasillo central.): **2,60 m.**

Annex J: Dimensions generals del vehicle.



Dimensiones generales, mm

CP14/CG14	Z	294
CP16/CG16/CR16	Z	588
CP19L/CG19L	Z	858
CP19N/CG19N/CR19N	Z	858
CP19H	Z	858
Anchura total	W	2.550
Voladizo delantero**	I	1.455
Ángulo de ataque* (con carga máxima)		23°

Longitudes máximas homologadas, mm

Distancia entre ejes	A	3.550	3.900
Voladizo máximo	JA	1.953	2.145
Longitud total	G	6.958	7.190

Figura 12. *Dimensions principals del vehicle (I)*

Alturas*, mm (en vacío)

CP14/CP16/CP19L	O	3.072
CP19N	O	3.325
CP19H	O	3.432
CG14/CG16/CG19L	O	3.302
CG19N	O	3.543
CR16	O	3.370
CR19N	O	3.611
Bastidor en eje delantero	U	1.233
Bastidor en eje trasero	V	1.287

Figura 13. Dimensiones principales del vehicle (II)

Annex K: Característiques DIN 471 (circlips).

Anillos elásticos para ejes

DIN 471

(Cota 30805)

Anillo sin tensión o libre desde $d_1 = 10$ a 105 mm.

Alojamiento

Para d_1 desde 170 mm.

Designación de un anillo elástico para eje de $d_1 = 25$ mm. y espesor 1.20 mm.:

ANILLO 25x1.2 DIN 471 o también en forma abreviada: E-25.

DUREZA:

HRC = 47 ± 52 hasta $d_1 = 39$ mm.

HRC = 44 ± 49 desde $d_1 = 40$ mm.

Medidas en mm.

Diámetro del eje d_1	Espesor s tol. H11	ANILLO ELÁSTICO						ALOJAMIENTO		
		d_3 tol.	a máx.	b =	d_3 mín.	Peso kg. 1.000 piezas	d_2 tol.	m_1 tol. H13		
4	0.4	3.7	+0.04	2.2	0.9	1	0.022	3.8	0.5	
5	0.6	4.7	-0.15	2.5	1.1		0.066	4.8	0.7	
6	0.7	5.6		2.7	1.3		0.084	5.7	0.8	
7		6.5	+0.06	3.1	1.4	1.20	0.121	6.7		
8	0.8	7.4	-0.18	3.2	1.5		0.158	7.6	0.9	
9		8.4			1.7		0.300	8.6		
10		9.3					0.340	9.6		
11		10.2		3.3	1.8	1.5	0.410	10.5		
12		11					0.500	11.5		
13	1	11.9		3.4	2		0.530	12.4	1.1	
14		12.9		3.5	2.1		0.640	13.4		
14.75		13.6	+0.10	3.6	2.2	1.7	0.660	14.1		
15		13.8	-0.36	3.6			0.670	14.3		
16		14.7		3.7	2.2		0.700	15.2		
17		15.7		3.8	2.3		0.820	16.2		
18		16.5		3.9	2.4		1.110	17		
19		17.5			2.5		1.220	18		
20		18.5		4	2.6		1.300	19		
21		19.5	+0.13	4.1	2.7		1.420	20		
22	1.2	20.5	-0.42	4.2	2.8		1.500	21		
23		21.4		4.3	2.9		1.630	22	1.3	
24		22.2		4.4	3	2	1.770	22.9		
25		23.2					1.900	23.9		
26		24.2		4.5	3.1		1.960	24.9		
27		25	+0.21	4.6			2.080	25.8		
28		25.9	-0.42	4.7	3.2		2.920	26.6		
29		26.9		4.8	3.4		3.200	27.6		
30		27.9		5			3.320	28.6		
31	1.5	28.7		5.1	3.5		3.450	29.3	1.6	
32		29.6		5.2	3.6		3.540	30.3		
33		30.5		5.2	3.7		3.690	31.3		
34		31.5		5.4	3.8		3.800	32.3		
35		32.2	+0.25		3.9		4.000	33		
36		33.2	-0.50	5.6	4	2.5	5.000	34		
37		34.2		5.7	4.1		5.370	35		
38		35.2		5.8	4.2		5.620	36		
39	1.75	36		5.9	4.3		5.850	37		
40		36.5		6	4.4		6.030	37.5	1.85	
41		37.5	+0.39	6.2	4.5		6.215	38.5		
42		38.5	-0.78	6.5	4.5		6.500	39.5		
44		40.5		6.6	4.6		7.000	41.5		
45		41.5		6.7	4.7		7.500	42.5		

Figura 14. Dimensiones principals dels circlips DIN 471

Annex L: Característiques DIN 6340 (volandera).

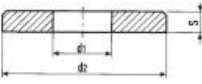
Arandela templada gruesa DIN 6340				
 <ul style="list-style-type: none"> • Material: Acero F-155 • Dureza: 50÷55 HRC • Acabado: Pavonado 				
Ref.	Varilla roscada	d1	d2	S
1312018	M6	6,4	17	3
1312020	M8	8,5	23	4
1312022	M10	10,5	28	4
1312024	M12	13	35	5
1312026	M14	15	40	5
1312028	M16	17	45	6
1312030	M18	19	45	6
1312032	M20	21	50	6
1312034	M22	23	50	8
1312036	M24	25	60	8
1312038	M27	28	60	8
1312040	M30	31	65	10

Figura 15. Dimensions principals de les arandeles DIN 6340

Annex M: Característiques Cilindre Hidràulic de la Ròtula.



Figura 16. Dimensions i característiques principals del pistó de la ròtula (II)

CARACTERISTIQUES GENERALES								
<ul style="list-style-type: none"> Pression de Service : 200 bar maxi Pression d'Epreuve : 300 bar Fluides : Huiles minérales hydrauliques HM-HL 10 à 40 Cst à 50° C Fluides difficilement inflammables classe C ou D Température: - 20 à + 90° C (Désignation H) jusqu'à + 160° C (Désignation V) Tolérance sur la course : +2 mm Courses normalisées : 5-10-16-25-40-63-100-160 mm Filtration : pollution d'huile limitée à classe 9-10 selon NAS 1638 à réaliser avec un filtre $\beta_{25} = 75$ Fluide : huile minérale et fluides HFA/B/C/D Viscosité : 12 à 90 mm²/s 								
Vitesse maximum:								
Ø Alésage	25	32	40	50	63	80	100	125
Mètre/seconde			0.2				0.1	
Course:								
Ø Alésage	Course							
	5	10	16	25	40	63	100	160
25	*	*	*	*	*	*	*	*
32	*	*	*	*	*	*	*	*
40	*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*	*	*	*	*	*	*
63	*	*	*	*	*	*	*	*
80	*	*	*	*	*	*	*	*
100	*	*	*	*	*	*	*	*
125	*	*	*	*	*	*	*	*

4,5-025

Figura 17. Dimensions i característiques principals del pistó de la ròtula (II)

Annex N: Característiques de les escombretes flexibles.



Figura 18. Imatge de les escombretes

Material suport	PVC flexible (transparent)
Dimensions suport	4.5 x 3 mm
Material escombretes	Nylon
Longitud escombretes	15 mm
Diàmetre escombreta	0.25 mm

Tabla 1. Característiques de les escombretes

Annex O: Característiques del greix GRA-EM2 de SKF.

								ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						APLICACIONES			
Condiciones de trabajo del rodamiento	Alta temperatura superior a 120°C	Baja temperatura	Muy alta velocidad	Muy baja velocidad y/o movimientos oscilatorios	Requerimientos de bajo par y fricción	Vibración Severa	Carga pesada	Propiedades de inhibición a la corrosión	Resistencia al agua	Descripción	Rango de temperatura de trabajo	Espesantez/ aceite base	Viscosidad del aceite base @40mm ² /s a 40°C	Presentaciones disponibles	Ejemplos de aplicaciones típicas		
GRASAS DE FABRICACIÓN NACIONAL								GRASAS DE FABRICACIÓN NACIONAL									
GRA-TM2			○		+		○	○	○	Ucos Multiples industriales	-30/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	91	1,4, 16, 180 kg 400g (cartucho)	Equipos agrícolas, Transportación, Motores eléctricos chicos.		
GRA-TM3					○		○	○	○	Ucos Multiples industriales	-20/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	120	1,4, 16, 180 kg 400g (cartucho)	Equipos agrícolas, Motores eléctricos medianos, Ventiladores, bombas, tornillos.		
GRA-EP2				○	○		+	+	+	Extrema presión	-30/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	190	1,16, 180 kg 400g (cartucho)	Maquinaria en industria papelería, guillotinas de maderas.		
GRA-EM2			-	+	-		+	+	○	Alta viscosidad mas lubricantes sólidos	-20/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	500	1,16, 180 kg 400g (cartucho)	Rodajes, Vals, en la ind. de construcción, Rodajes en grúas.		
GRA-BT2		+	+	-	+		-	○	+	Baja temperatura	-55/+110°C	Jabón de litio / aceite de-eslér	16	1 kg	Huellas en maquinaria textil, Maquinaria de procesamiento de alimentos.		
GRA-AT3	+				○	○	○	○	○	Alta temperatura	-20/+150°C	Jabón de litio / aceite mineral	110	1,180 kg 400g (cartucho)	Motores eléctricos, Ventiladores con altas temperaturas.		
GRA-EA3				○		○	○	○	○	Aplicaciones automotrices	-30/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	120	0,5, 1, 4, 16, 180 kg	Ruedas automotrices.		
GRASAS IMPORTADAS								GRASAS IMPORTADAS									
LGWA2	+		○		○	+		+	+	Amplia gama de temperatura (-1)	-30/+140°C	Jabón de litio / aceite mineral	185	1, 5, 10, 180 kg 420 g (cartucho) 35-200g tubo	Motores eléctricos, Ventiladores, lavadoras.		
LGH82	+			○	+		○	+	+	Extrema presión	-20/+160°C	Jabón de litio / aceite mineral	400 - 450	5, 16, 50, 180 kg 420 g (cartucho)	Crisas vibratorias, Rodajes en correa continua, Máquinas sopladoras.		
LGEV2			-	+	-		+	+	+	Alta viscosidad con lubricantes sólidos	-10/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	1020	35 g (tubo) 5, 16, 50, 180 kg	Trituradores, Cones graneros, Motores de rodillos.		
LGIC2		+	+	-	+		○	+	+	Baja temperatura alta viscosidad	-40/+120°C	Jabón de litio / aceite mineral	23	200 g tubo 1, 160 kg	Huellas en maquinaria textil, Huellas en máquinas herramientas.		
LGFP2					○	○	○	+	+	Compatibilizante con alimentos	-20/+110°C	Jabón de litio / aceite mineral	130	420 ml (cartucho) 1,16 kg	Máquinas de repostería, Equipos de proceso de alimentos, Emvasación.		

+

=

RECOMENDADO

○

=

ADECUADO

-

=

NO ADECUADO

+ = RECOMENDADO

○ = ADECUADO

- = NO ADECUADO

Figura 19. Característiques del greix lubricant ròtula - allotjament.

Annex P: Característiques Casquet de Fricció.

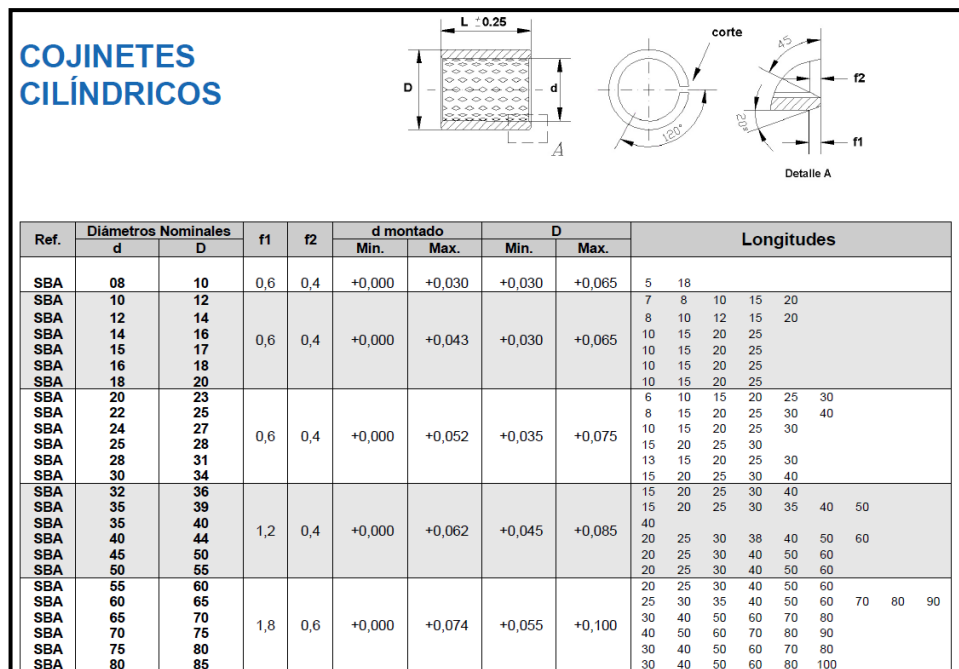


Figura 20. Característiques dels casquets de fricció normalitzats d'IBINSA.

Annex Q: Característiques Casquet de Fricció amb valona.

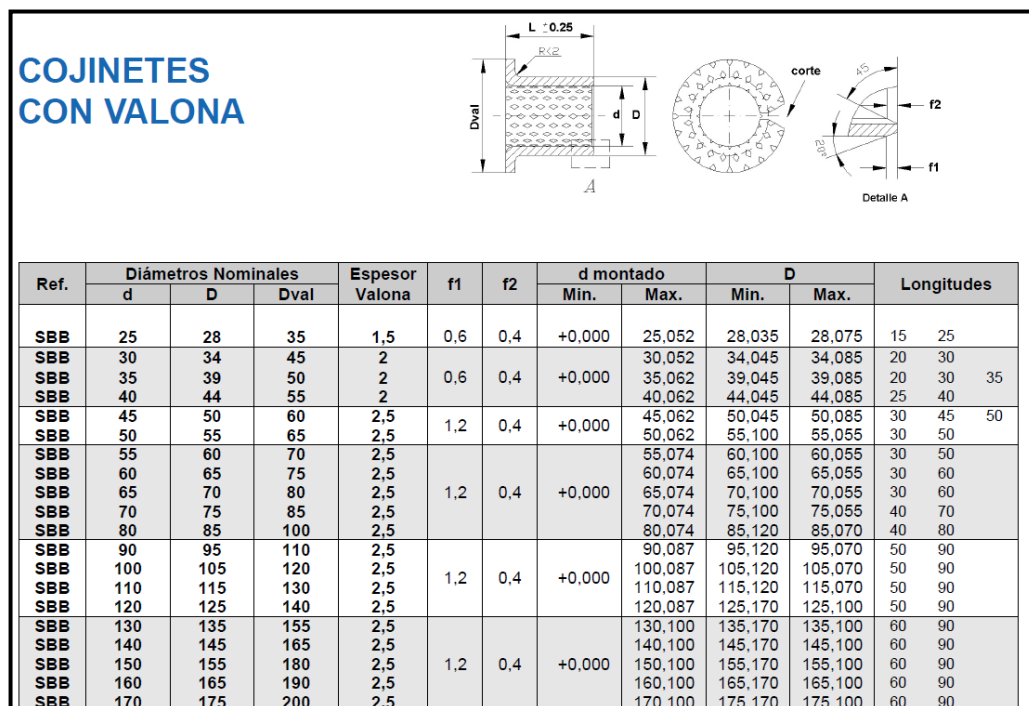


Figura 21. Característiques dels casquets de fricció amb valona normalitzats d'IBINSA.

Annex R: Característiques Pressa de Força.

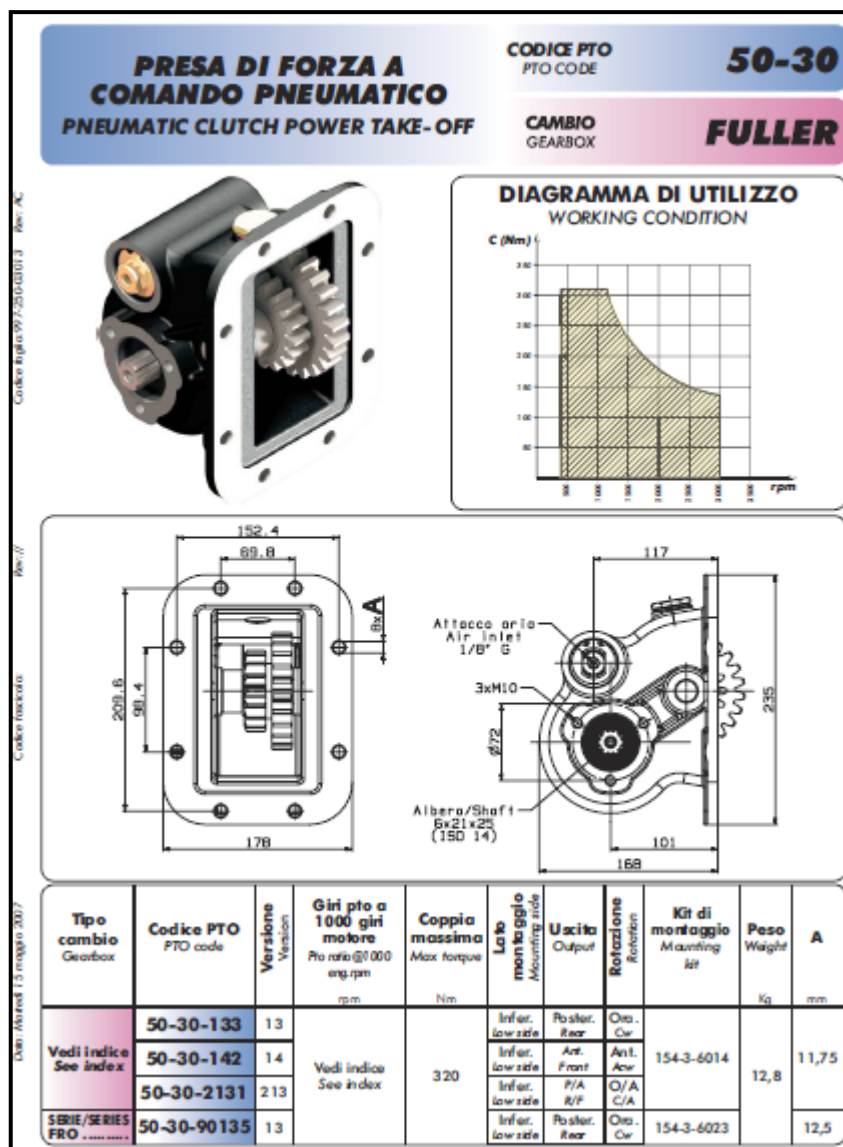


Figura 22. Característiques de la pressa de força..

Annex S: Característiques Bomba Hidràulica.

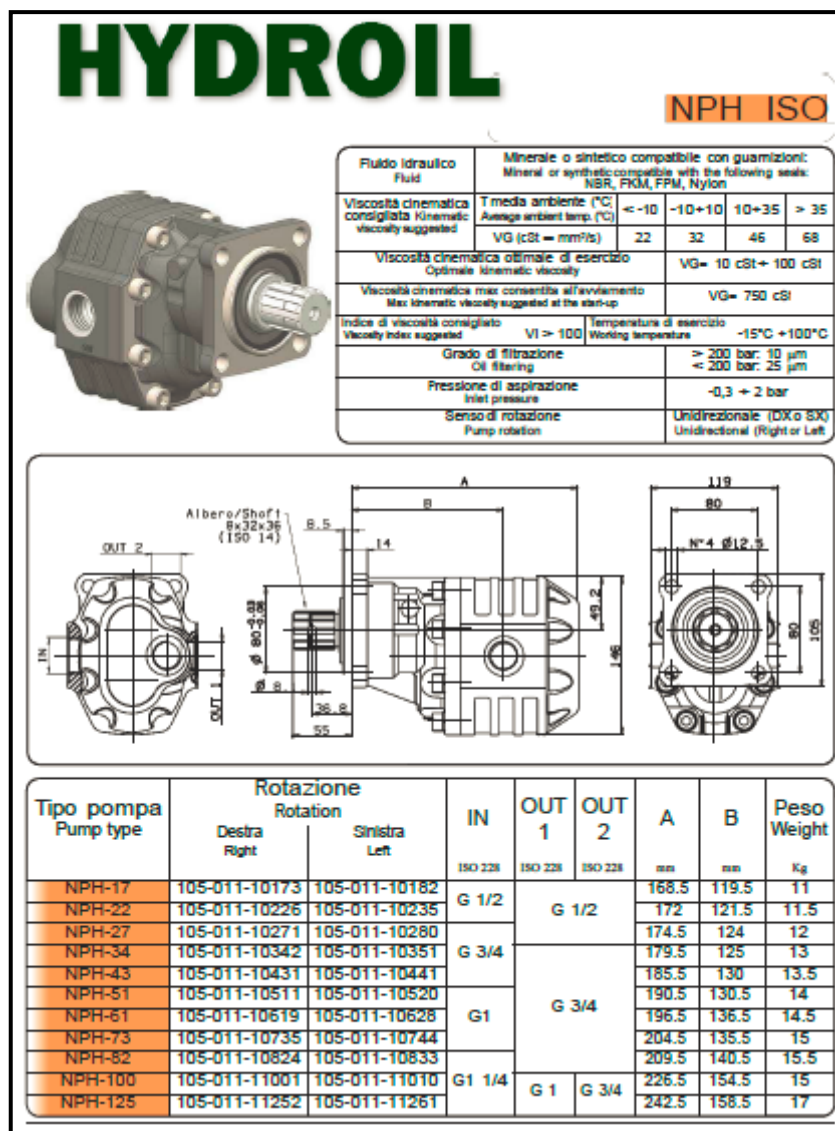


Figura 23. Característiques de la Bomba hidràulica (I).

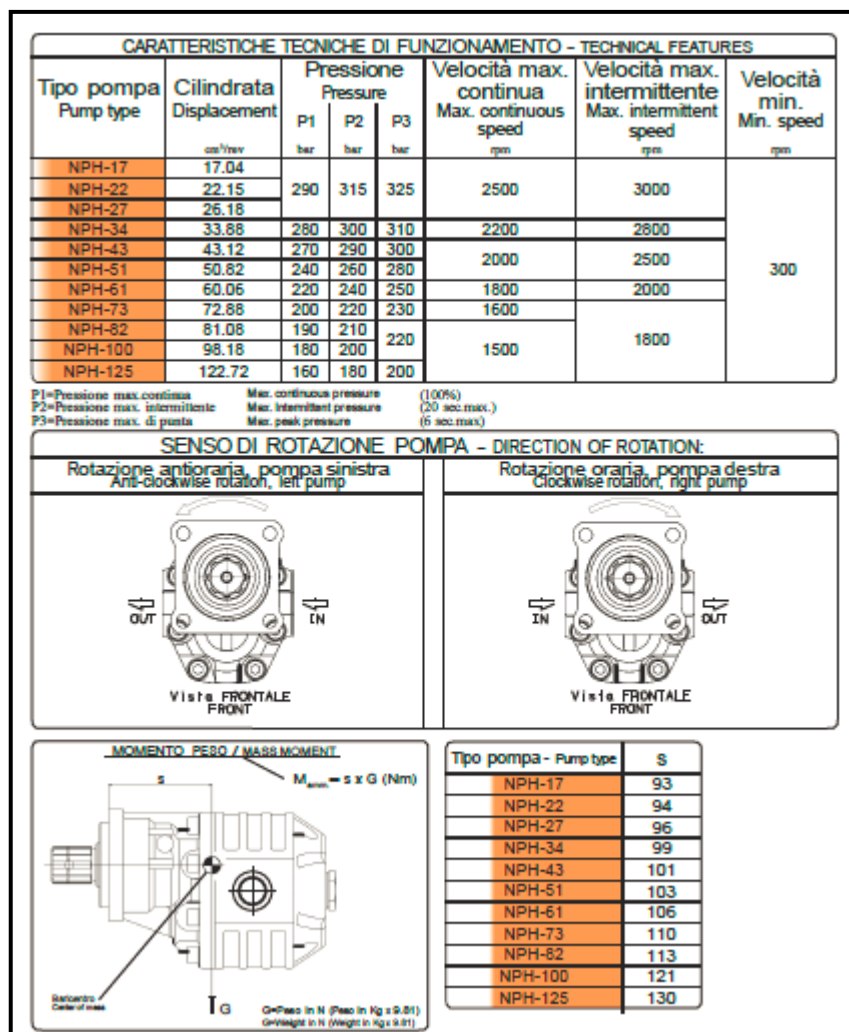


Figura 24. Característiques de la Bomba hidràulica (II).

Annex T: Característiques del sistema d'unió entre la caixa de canvis i la Pressa de Força.



ADAPTADORES TDF-CAJA DE CAMBIO 12-35	
Cambio	Código
ZF ECOSPLIT 6S 151-181-221 AS TRONIC	09703510012
ZF ECOSPLIT 16S-151-181-221+IT	09703510058
ZF ECOSPLIT IVECO 4 ASSI	09703510067
MERCEDES G180/G260	09703516025
MERCEDES G180/G260+RETARD	09703516034
MERCEDES G100	09703516043
VOLVO VT 2014	09703526014
VOLVO VT 2514+FILTRO	09703526023
VOLVO VTO 2814B+RETARDER	09703526032
VOLVO AT 2412 C	09703526041
SCANIA GR50 905 / GR50 905R	09703528012
EATON TWINSPLITTER	09703552012
EATON TWINSPLITTER+IT	09703552021

Figura 25. Característiques del sistema d'unió entre la caixa de canvis i la Pressa de Força

Annex U: Característiques del sistema d'unió entre la Pressa de Força i la Bomba hidràulica.



APLICACIONES TDF-BOMBA APLICACIONES TDF-BOMBA											
Versión TDF	Tipo de bomba										
	13 DIN	2 P	3 ORIFICIOS 13 DIN	ISO	ISO 4 ORIFICIOS	SAE-A Z=29	SAE-B Z=13	SAE-BB Z=15	SAE-C	UNI	UNI 3 ORIFICIOS 21x25
UNI 3 ORIFICIOS 21x25		11400000599	11400000115		11400000615	11400000142	11400000151	11400011603			11400000106
4 huecos no soportada											09902800135
SAE-B Z=13			11400011854		11400011809						11400000017
4 SOPORTADA ORIFICIOS			11400000786		11400000900		11400011701	11400011756	11400011827		11400000071
S-TYPE DANA											11400000080
PTO POWAUTO Z=8			11400000384								11400000375
SAE BB	11400011881			11400011872						11400000768	
SAE-C					11400011818						
EST STANDARD										11400011863	
MOTORE CURSOR 8-10-13				11400011925							

Figura 26. Característiques del sistema d'unió entre la Pressa de Força i la Bomba hidràulica.

Annex V: Característiques del dipòsit.



DEPOSITOS DEPÓSITOS ESTÁNDAR	
DEPÒSITO	Código
40	13550000410
60	13550000661
21	13550000214
110	13550001080

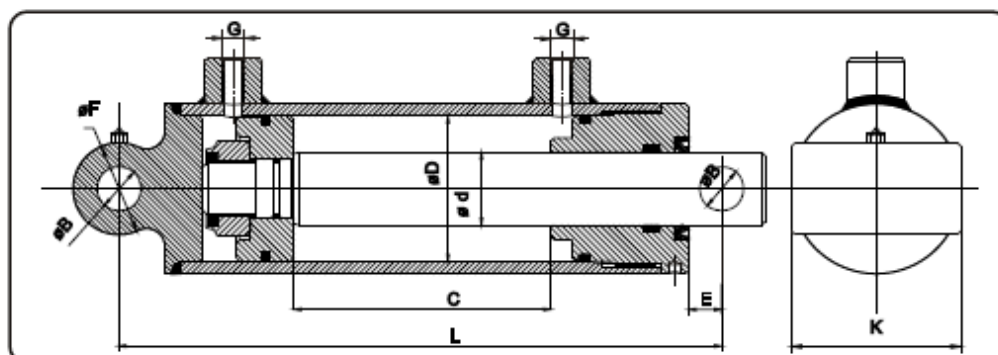
Figura 27. Característiques dels dipòsit.

Annex W: Característiques del fluid hidràulic.

RENOLIN HVI - Fluidos Hidráulicos con alto Índice de Viscosidad con aditivos de extrema presión en base Zinc.						
Nombre	Descripción	Viscosidad cinemática a 40°C mm²/s	Índice de viscosidad	Densidad a 15°C kg/m³	Punto de inflamación Cleveland °C	Principal área de aplicación
RENOLIN HVI 32	Aceites lubricantes hidráulicos y generales (aceites para máquinas) con un elevado Índice de viscosidad y aditivos para mejorar la resistencia al envejecimiento y la protección contra la corrosión y el desgaste. Aceite mineral con contenido en zinc. Los aceites RENOLIN HVI son aceites lubricantes hidráulicos HVLP que cumplen el estándar DIN 51 524-3 P-3 HVLP ISO 6743/4, HV DIN 51524 P-2 HLP AFNOR NF-E 48603 HV	32	160	876	190	Los fluidos RENOLIN HVI son indicados para todos los sistemas hidráulicos, especialmente cuando se precisa un elevado Índice de viscosidad. También cuando un exceso de viscosidad en puesta en marcha o una viscosidad insuficiente a la temperatura de funcionamiento puede generar un problema. El elevado IV proporciona características multigrado. (Para más información consulte la Información Técnica del Producto).
RENOLIN HVI 46		46	160	875	200	
RENOLIN HVI 68		68	160	885	210	

Figura 28. Característiques del fluid hidràulic.

Annex X: Característiques del Cilindre principal.



CARACTERISTICI TEHNICE

- Tipul constructiv cu dublă acțiune
- Cote funcționale, de legătură
și de gabarit conf, figurii și tablelor
- Presiunea de lucru 175 bar (2538 PSI)
- Presiunea de verificare la
recepție pentru livrare 200 bar (2900,7 PSI)
- Presiunea de deplasare a
pistonului fără sarcină max 7 bar (101,5 PSI)

SPECIFICATIONS

- Typewith double action
- Operational, connection, size
data and weightacc. to figure and tables
- Working pressure 175 bar (2538 PSI)
- Checking pressure at
acceptance for delivery 200 bar (2900,7 PSI)
- Piston moving pressure
without loadmax 7 bar (101,5 PSI)

D		B		E		F		K		G
mm	inch	mm	inch	nrr	inch	nn	inch	mm	inch	
38,1	1,50	19,304	0,760	67	2,64	40	1,58	57	2,25	1/4 NPT
50,8	2,00	19,304	0,760	67	2,64	40	1,58	70	2,75	1/4 NPT
63,5	2,50	19,304	0,760	67	2,64	40	1,58	83	3,25	3/8 NPT
76,2	3,00	25,700	1,010	67	2,64	40	1,58	96	3,75	1/2 NPT
88,9	3,50	25,700	1,010	67	2,64	40	1,58	108	4,25	1/2 NPT
101,6	4,00	31,75	1,250	60	2,36	54	2,13	121	4,75	1/2 NPT

Code	D x C	L	d	Weight
	mm x mm (inch x inch)	mm (inch)	mm (inch)	kg
15 BV 04	38,1 x 101,6 (1.5 x 4)	304,8 (12)	25,4 (1)	3.500
15 BV 06	38,1 x 152,4 (1.5 x 6)	355,6 (14)	25,4 (1)	4.000
15 BV 08	38,1 x 203,2 (1.5 x 8)	406,4 (16)	25,4 (1)	4.500
15 BV 10	38,1 x 254 (1.5 x 10)	457,2 (18)	25,4 (1)	5.000
15 BV 12	38,1 x 304,8 (1.5 x 11.5)	508 (20)	25,4 (1)	5.500

Figura 29. Características del cilindre pistó (I).


Code	D x C	L	d	Weight
	mm x mm (Inch x Inch)	mm (Inch)	mm (Inch)	kg
35 BV 24	88,9 x 609,6 (3,5 x 24)	812,8 (32)	38,1 (1,5)	20,000
35 BV 28	88,9 x 711,2 (3,5 x 28)	914,4 (36)	38,1 (1,5)	21.500
35 BV 30	88,9 x 762 (3,5 x 30)	965,2 (38)	38,1 (1,5)	22.700
35 BV 32	88,9 x 812,8 (3,5 x 32)	1016 (40)	38,1 (1,5)	24.000
35 BV 34	88,9 x 863,6 (3,5 x 34)	1066,8 (42)	38,1 (1,5)	25.500
35 BV 36	88,9 x 914,4 (3,5 x 36)	1117,6 (44)	38,1 (1,5)	27.000
35 BV 40	88,9 x 1016 (3,5 x 40)	1219,2 (48)	38,1 (1,5)	30.000
35 BV 42	88,9 x 1066,8 (3,5 x 42)	1270 (50)	38,1 (1,5)	33.000
35 BV 48	88,9 x 1219,2 (3,5 x 48)	1422,4 (56)	38,1 (1,5)	35.000
35 BV 60	88,9 x 1524 (3,5 x 60)	1727,2 (68)	38,1 (1,5)	39,000
35 BV 72	88,9 x 1828,8 (3,5 x 72)	2032 (80)	38,1 (1,5)	43.000
40 BV 04	101,6 x 101,6 (4 x 4)	304,8 (12)	50,8 (2)	14.000
40 BV 06	101,6 x 152,4 (4 x 6)	355,6 (14)	50,8 (2)	15.500
40 BV 08	101,6 x 203,2 (4 x 8)	406,4 (16)	50,8 (2)	17.300
40 BV 10	101,6 x 254 (4 x 10)	457,2 (18)	50,8 (2)	19.300
40 BV 12	101,6 x 304,8 (4 x 12)	508 (20)	50,8 (2)	21.000
40 BV 14	101,6 x 355,6 (4 x 14)	558,8 (22)	50,8 (2)	22.500
40 BV 16	101,6 x 406,4 (4 x 16)	609,4 (24)	50,8 (2)	24.500
40 BV 18	101,6 x 457,2 (4 x 18)	660,4 (26)	50,8 (2)	26.300
40 BV 20	101,6 x 508 (4 x 20)	711,2 (28)	50,8 (2)	28,200
40 BV 24	101,6 x 609,6 (4 x 24)	812,8 (32)	50,8 (2)	32.200
40 BV 28	101,6 x 711,2 (4 x 28)	914,4 (36)	50,8 (2)	34,000
40 BV 30	101,6 x 762 (4 x 30)	965,2 (38)	50,8 (2)	36.500

Figura 30. Característiques del cilindre pistó (II)..

Annex Y: Característiques Vàlvula limitadora de pressió.

FE-40
ELECTRIC TIPPING VALVE Page 1 of 2

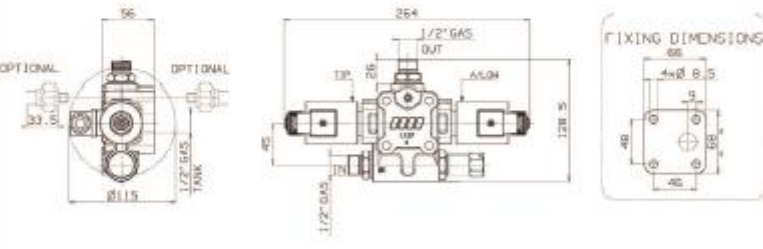
7-05



Optional

Electric tipping valve operated by switch to self light duty tipper trucks. Open center hydraulic scheme according to CE standards.

- Built-in check and adjustable safety valves.
- Either Chassis or tank (JDE kit) mounting options.
- Ready for pressure signal switch mounting.
- Cathaphoresis coated body and nickel spool.
- Compact size.
- Guaranteed for oil temperature range -25+80 °C, viscosity range 12+100 cSt and oil filtering 25 µm.



Tipping valve type	Order code	IN	TANK	OUT	Weight kg
FE-40 CE 12V	121-004-00572	ISO 228	ISO 228	ISO 228	
FE-40 CE 24V	121-004-00581	G 1/2	G 1/2	G 1/2	
WIRING KIT 12V	30100001019				
WIRING KIT 24V	30100002018				

Figura 31. Característiques de la Vàlvula limitadora de pressió (I).

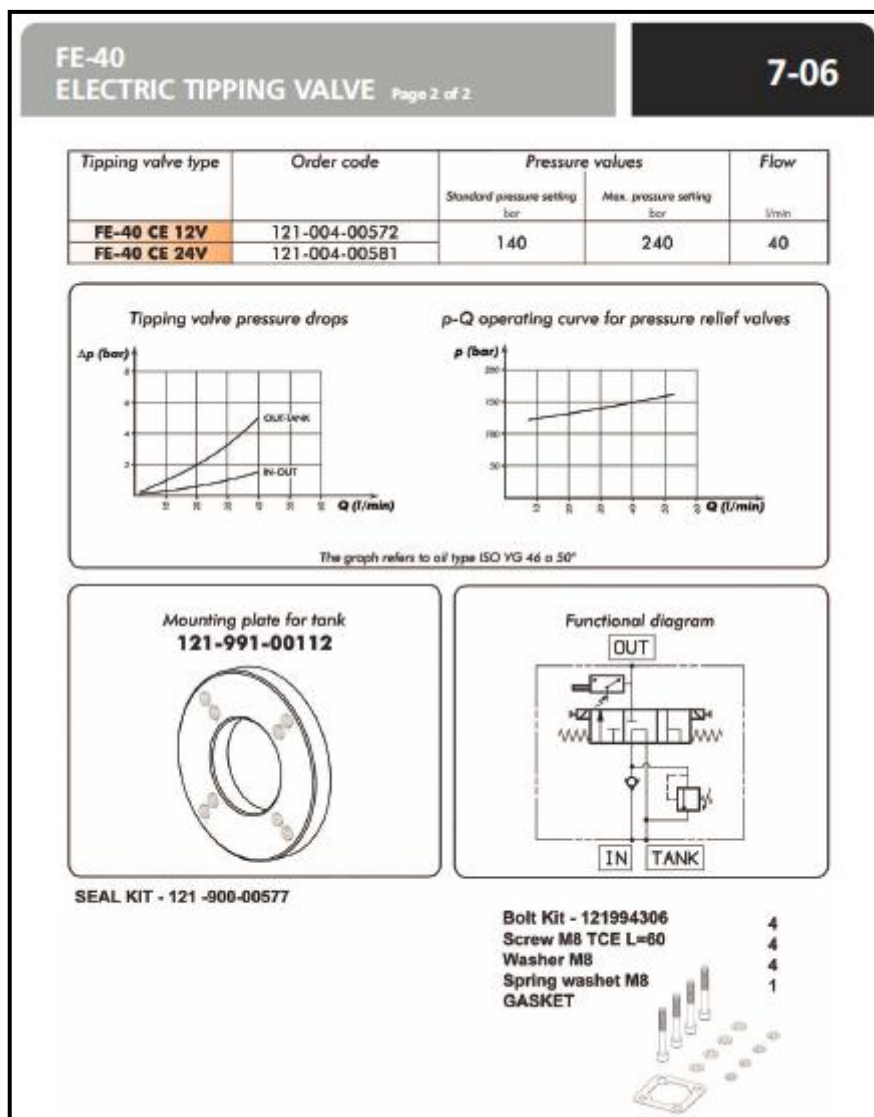


Figura 32. Característiques de la Vàlvula limitadora de pressió (II).

Annex Z: Característiques Vàlvula limitadora de pressió.

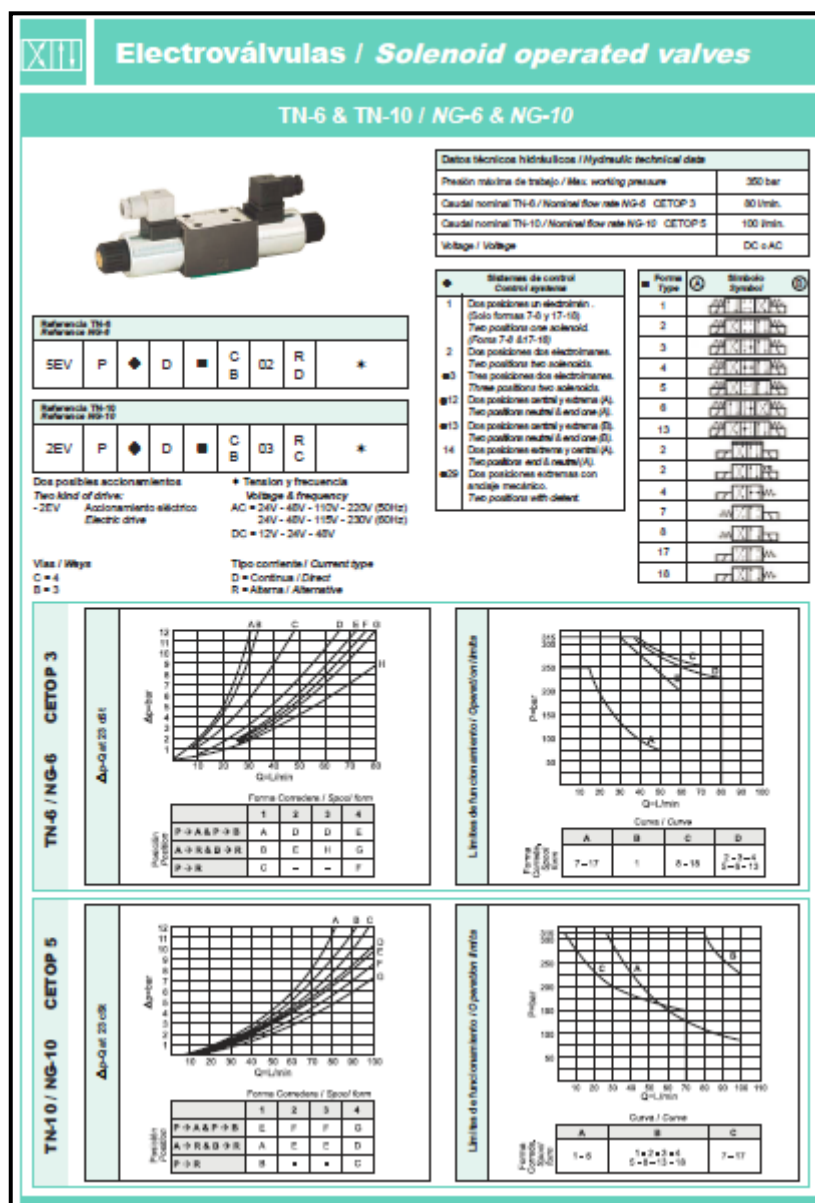


Figura 33. Característiques Vàlvula limitadora de pressió..

Annex AA: Característiques de la Vàlvula d'estrangulament.



VÁLVULAS OLEODINÁMICAS VARIAS VÁLVULA ESTRANGULADORA				
Conexión				
1/2" Gas hembra hembra	1/4" Gas hembra hembra	1" Gas hembra hembra	3/4" Gas hembra hembra	3/8" Gas hembra hembra
12500100031	12500100013	12500100059	12500100040	12500100022

Figura 34. Característiques de la Vàlvula d'estrangulament.

Annex AB: Característiques de la Vàlvula antiretorn.



VÁLVULAS OLEODINÁMICAS VARIAS Válvula de retención						
Conexión						
1-1/2" Gas	1-1/4" Gas	1/2" Gas	1/4" Gas	1" Gas	3/4" Gas	3/8" Gas
12300100071	12300100062	12300100035	12300100017	12300100053	12300100044	12300100026

Figura 35. Característiques de la Vàlvula antiretorn.

Annex AC: Característiques del filtre d'aspiració



DEPOSITOS ACCESORIOS				
Filtración $\mu\text{m} \times \beta$	Caudal l/min			
	030	035	095	100
60x2	11800141055	11800141108	11800141153	11800141206

Figura 36. Característiques del filtre d'aspiració

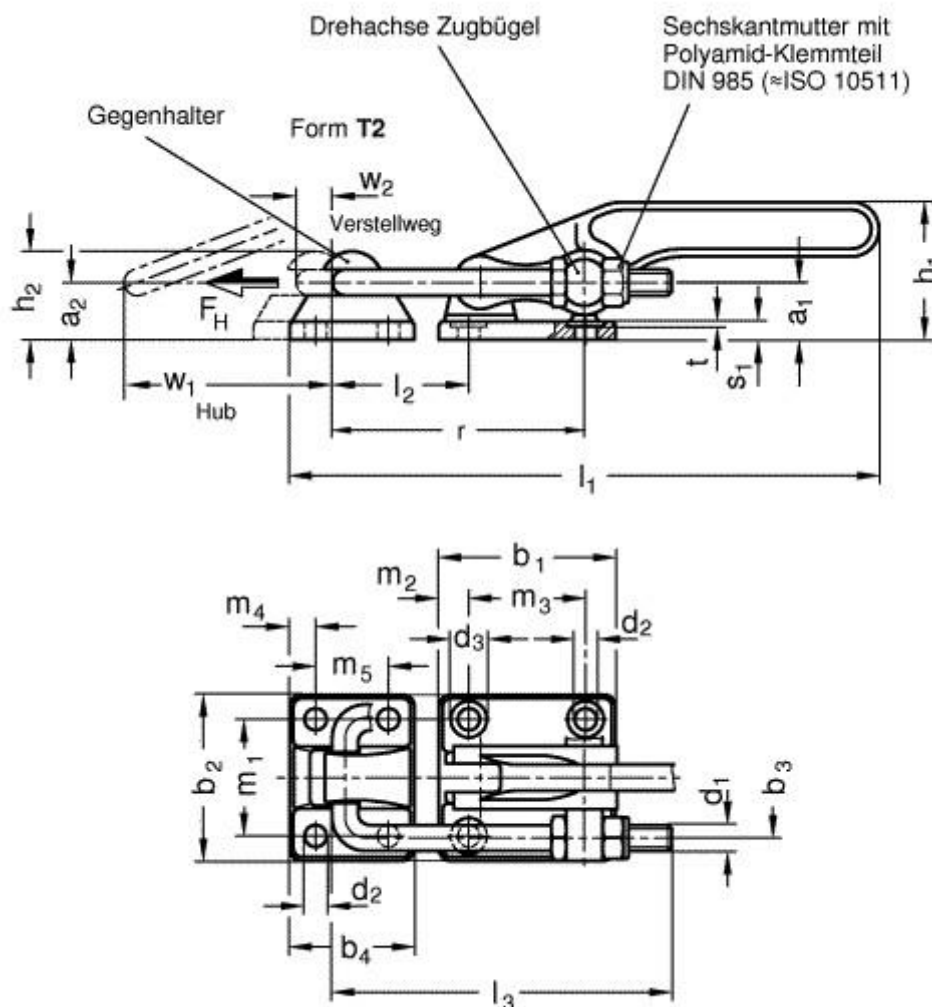
Annex AD: Característiques del filtre de retorn.



DEPOSITOS ACCESORIOS								
Filtración $\mu\text{m} \times \beta$	Caudal l/min							
	065	069	080	090	125	133	190	205
60x2			11800131057	11800131100			11800131155	11800131208
25x75	11800134054	11800134107			11800134152	11800134205		

Figura 37. Característiques del filtre de retorn.

Annex AE: Característiques del tancament de portes laterals.



Order NR.	FH (N)	a (mm)	a2 (mm)	b1 (mm)	b2 (mm)	b3 (mm)	b4 (mm)	b5 (mm)	b6 (mm)	b7 (mm)	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	l1 (mm)	l2 (mm)	l3 (mm)	m1 (mm)	m2 (mm)
GN 852-1400-T2	17	22	21	68	64	46	48	68	26,5	38	M10	8,5	14	52	34,5	218	52,5	120	45	11,5
GN 852-2800-T2	40	28	27	85	80	55	60	80	32	50	M12	10,5	16	65	42,5	265	60,4	140	57	14

m3 (mm)	m4 (mm)	m5 (mm)	r1 (mm)	s1 (mm)	s2 (mm)	t (mm)	w1 Hub (mm)	w2 (mm)	Material
45	10	28	97,5	7	9,2	2	65	8,5	Stahl
57	12,5	35	118,4	9	12,7	2	75	4,6	Stahl

Figura 38. Característiques del sistema de tancament de portes laterals.

Annex AF: Característiques del cilindre de tancament de porta posterior.



Figura 39. Característiques del cilindre del sistema de tancament de porta posterior (I)

CARACTERISTIQUES GENERALES

- Pression de Service : 250 bar maxi
- Pression d'Épreuve : 325 bar
- Fluides : Huiles minérales hydrauliques HM-HL
10 à 40 Cst à 50°C
Fluides difficilement inflammables
Classe C ou D
- Température : de -20 à + 80°C : joints classe 1
Jusqu'à + 160°C : joints classe 9
- Vitesse de fonctionnement : 0,5m/sec maxi
- Filtration : ISO 17/14 ou mieux
- Raccordement : par «riffs» sur plan de pose
«manifold», étanchéité par joints toriques

TABLEAU DES FORCES

Forces développées en poussant (daN),

ØAlésage ØBore	Section cm ² Section	Pression en bar, Pressure in bar							
		90	120	140	160	180	200	220	250
25	4,9	441	588	686	784	882	980	1078	1225
32	8,04	723	965	1126	1286	1447	1608	1769	2010
40	12,56	1130	1500	1760	2009	2260	2512	2763	3140
50	19,63	1766	2350	2740	3140	3530	3925	4318	4907
63	31,17	2805	3740	4363	4987	5610	6230	6857	7792
80	50,26	4523	6031	7036	8040	9045	10052	11057	12565
100	78,54	7065	9420	10995	12565	14135	15705	17278	19635

Forces développées en tirant (daN),

ØAlésage ØBore	ØTige ØRod	Section annulaire Annular area	Pression en bar, Pressure in bar							
			90	120	140	160	180	200	220	250
25	16	2,9	261	348	406	464	522	580	638	725
32	18	5,5	495	660	770	880	990	1100	1210	1375
40	22	8,76	789	1052	1227	1402	1578	1753	1927	2190
50	28	13,48	1213	1617	1888	2155	2425	2695	2966	3370
63	36	21	1885	2515	2935	3355	3775	4195	4620	5250
80	45	34,36	3090	4120	4810	5495	6185	6870	7559	8590
100	56	53,91	4850	6465	7545	8625	9700	10780	11860	13477

Figura 40. Características del cilindro del sistema de tancament de porta posterior (II)

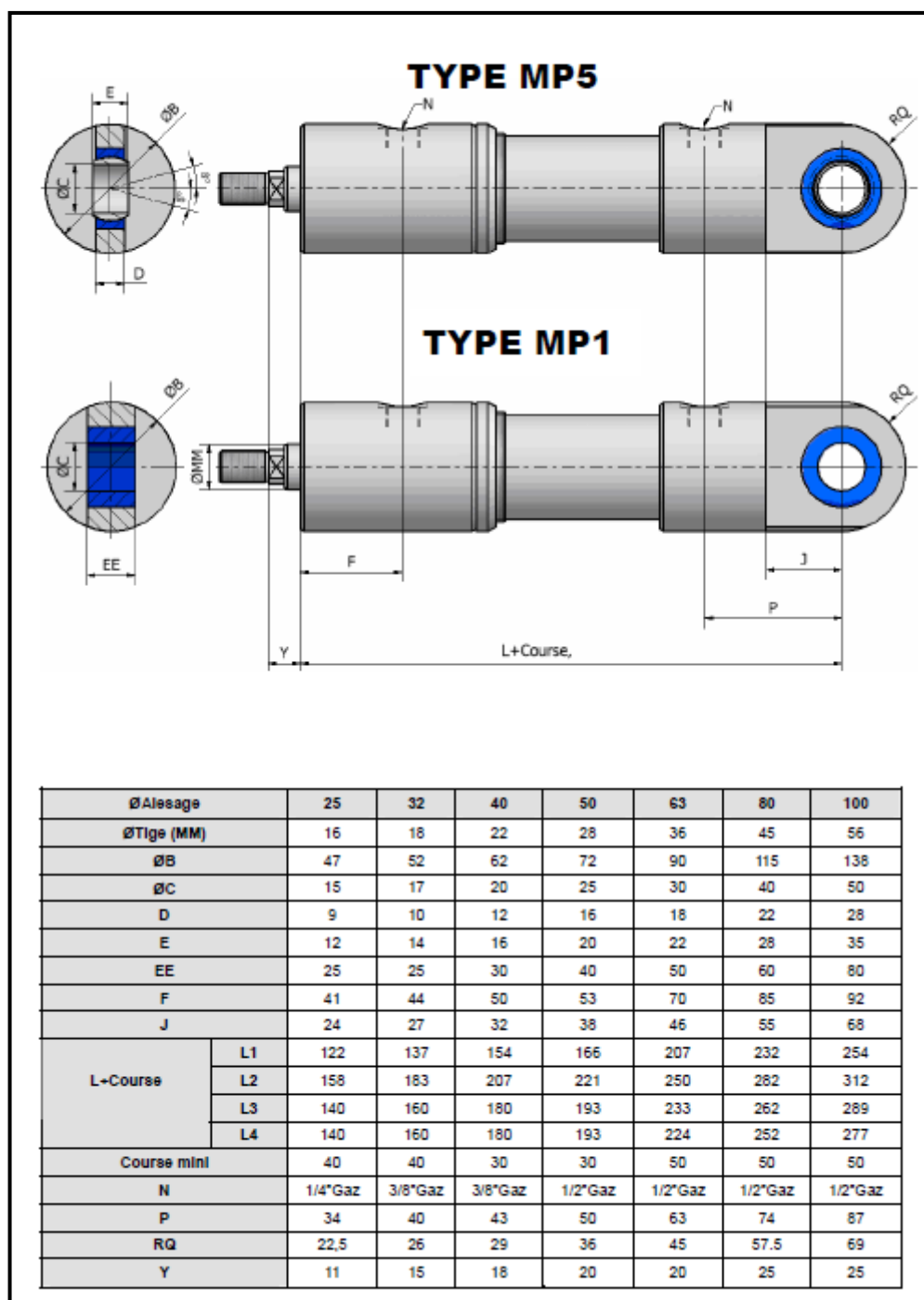



Figura 41. Característiques del cilindre del sistema de tancament de porta posterior (III)

Annex AG: Características acer Toolox 44.

TOOLOX®
PREHARDENED TOOL STEEL



Product sheet:

Toolox® 44, 450 HBW (~45 HRC) with ESR properties

Specification

Hardness	HBW 410 - 475		
Impact toughness	Test temperature 20 °C	Impact energy, Charpy-V-test for plate, transverse direction; min J ≤ 130 mm 18	Impact energy, Charpy-V-test for forged bar, thickness direction; min J ≥ 130 mm 11
Ultrasonic inspection	Ultrasonic inspection is carried out according to: EN 10 160 (rolled plates) EN 10228-3 (forged bars) with extra demands according to specification SSAB V6		
Etching	Toolox 44 fulfils the etching requirements of NADCA # 207-2006.		
Dimensions	Toolox 44 is supplied as plate in thicknesses between 5 - 130 mm, or as forged bars in thicknesses between 150 - 300 mm.		
Delivery condition	Quenched and tempered at a minimum temperature of 590 °C.		
Heat treatment	Toolox 44 is not intended for further heat treatment. If Toolox 44 is heated above 590 °C after delivery from SSAB no guarantees for the properties of the steel are given.		
Nitriding/coating	Nitriding or surface coating may be carried out if the temperature is below 590 °C.		
Testing	Testing according to EN 10 025 and EN ISO 6506-1. Hardness is measured on a milled surface 0.5 - 2 mm below the original surface.		
Tolerances	Thickness, length, width and flatness tolerances according to "Dimension program and tolerances for new rolling of tool steel plates from SSAB". Forged bars: According to DIN 7527.		
Surface finish	On delivery from SSAB the plate meets the following specifications: - free from mill scale - not repair welded - surface defects below the nominal ordered thickness are not permitted. Forged bars according to DIN 7527.		

Figura 42. Características de l'acer Toolox 44 (I)

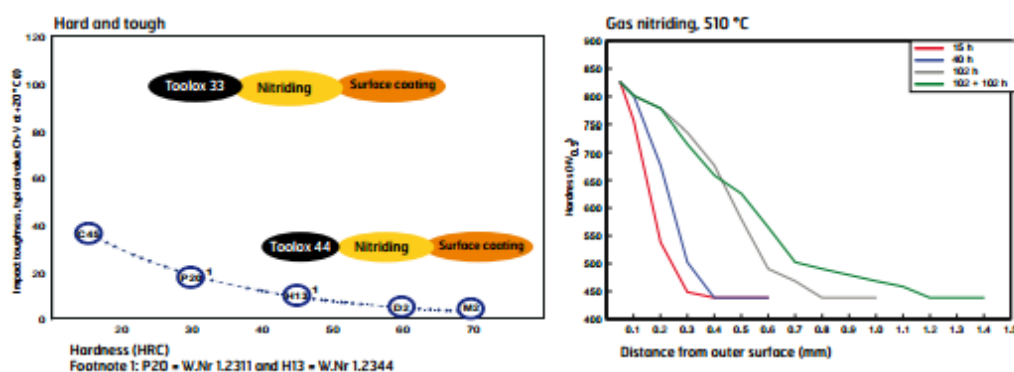
Usage

Toolox 44 is a new steel delivered quenched and tempered with high impact toughness and very low residual stresses to get good dimensional stability. Despite its hardness of 450 HBW (~45 HRC), Toolox 44 is easily machined. Toolox 44 has high strength at elevated temperature and is suitable for dies and tools such as plastic, rubber, die casting, bending and sheet forming tools. Toolox 44 is also well suited as machine components such as wear parts, guide rails, hot applications. With proper surface treatment, the service life of the tool/component can be prolonged.

Typical Values

CHEMICAL COMPOSITION		MECHANICAL PROPERTIES					
C	0.32%		+20 °C	+200 °C	+300 °C	+400 °C	+500 °C
Si	0.6-1.1%	Tensile strength, R_m [MPa]	1450	1380			
Mn	0.8%	Yield strength, $R_{p0.2}$ [MPa]	1300	1200			
P	max 0.010%	Elongation, A_5 [%]	13	10			
S	max 0.003%						
Cr	1.35%	Compressive yield strength, $R_{p0.2}$ [MPa]	1250	1120	1120	1060	930
Mo	0.80%	- after 170 h soaking time				1060	910
V	0.14%	Impact toughness [J]	30	60	80	80	
Ni	max 1%	Hardness [HBW]	450				
CEIIW	0.92-0.96	Hardness [HRC]	45				
CET	0.55-0.57						
INCLUSIONS		PHYSICAL PROPERTIES					
Inclusion size (equiv. diam)	6 μ m		+20 °C	+200 °C	+400 °C		
Area fraction	0.015%	Heat conductivity [W/m • K]	34	32	31		
Aspect ratio	1.2	Thermal expansion coefficient, [10 ⁻⁶ /K]	13.5	13.5	13.5		

Surface technology



SSAB Oxelösund AB, SE-613 80 Oxelösund, Sweden. Tel +46 155 25 40 00 Fax +46 155 25 55 34

www.toolox.com

SSAB

Figura 43. Característiques de l'acer Toolox 44 (I)

CAPÍTOL 2:

ESTUDI DE MERCAT

A continuació es mostren les enquestes realitzades tant a conductors de camions com a la resta de conductors i/o vianants, juntament amb els resultats extrets.

Aquest estudi de mercat previ, serveix per orientar el projecte sobre els criteris de la població i futurs beneficiaris, així com limitar o centrar requisits del projecte perquè siguin acceptats posteriorment pels consumidors.

2.1. Enquesta realitzada a conductors de camions:

L'estudi de mercat s'ha realitzat mitjançant la següent enquesta a 37 conductors de camions, especialment a camions de trajecte curt.

Enquesta pels conductors de camions.

1. Quin percentatge de vegades has de fer maniobres per descarregar el material adequadament fora de ciutat?

1-20% 20-40% 40-60% 60-80% 80-100%

2. Quin percentatge de vegades has de fer maniobres per descarregar el material adequadament dins de ciutat?

1-20% 20-40% 40-60% 60-80% 80-100%

3. Havies sentit mai parlar del sistema de descarrega trilateral, descàrrega tant per la part posterior del camió, com pels dos lateral?

Sí *No* *Alguna vegada*

4. Utilitzaries un camió de descàrrega trilateral per la teva empresa, o preferiries utilitzar un camió de descarrega convencional (posterior)?

Camión Trilateral *Camión convencional*

5. Quin percentatge de descarregues creus que es podrien fer lateralment?

1-20% 20-40% 40-60% 60-80% 80-100%

6. Quantes maniobres creus que estalviaria una descarrega lateral vs descarrega posterior dins de ciutat?

Cap *1-3* *3-5* *5-10* *Més de 10*

7. Com creus que milloraria la seguretat durant la descàrrega (visió, evitar col·lisions, millora de la situació de la càrrega)?

Res *Poc* *Notablement* *Molt*

8. Quin impacte podria tenir tant al trànsit (tall de carrers, congestions, molèsties) com mediambiental, l'aplicació del sistema de descàrrega lateral?

Res *Poc* *Notable* *Molt*

9. Quin sobre cost estaries disposat a pagar per tal de tenir un sistema de descàrrega en tres direccions?

0-500€ *500-1000€* *1000-1500€* *1500-2000€* *Més de 2000€*

10. Podries aportar algun suggeriment o proposta que pugui ajudar a realitzar un projecte més robust?

2.2. Resultats obtinguts:

Els resultats obtinguts a través de les enquestes als conductors de camions són els següents:

- Pregunta 1:

1. Quin percentatge de vegades has de fer maniobres per descarregar el material adequadament fora de ciutat?

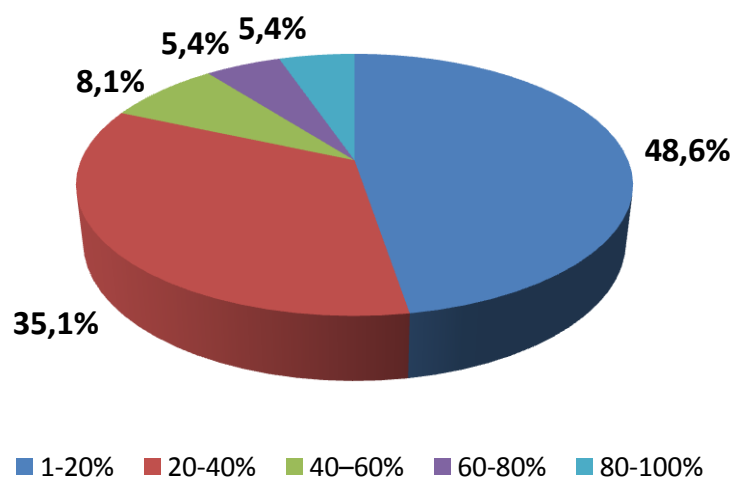


Figura 44. Gràfic de resultats de la pregunta 1 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 2:

2. Quin percentatge de vegades has de fer maniobres per descarregar el material adequadament dins de ciutat?

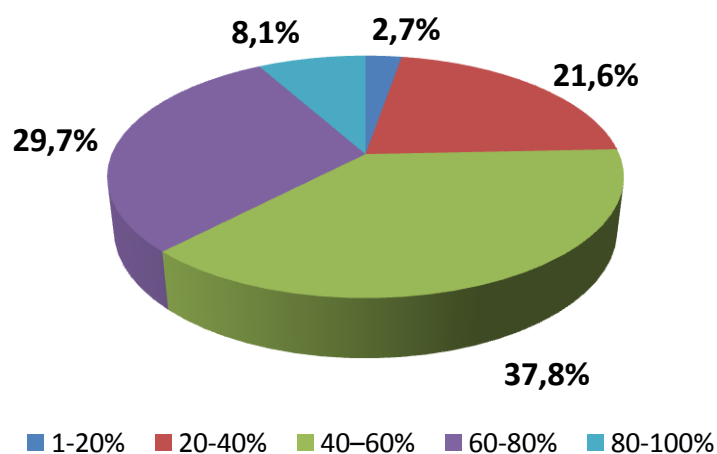


Figura 45. Gràfic de resultats de la pregunta 2 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 3:

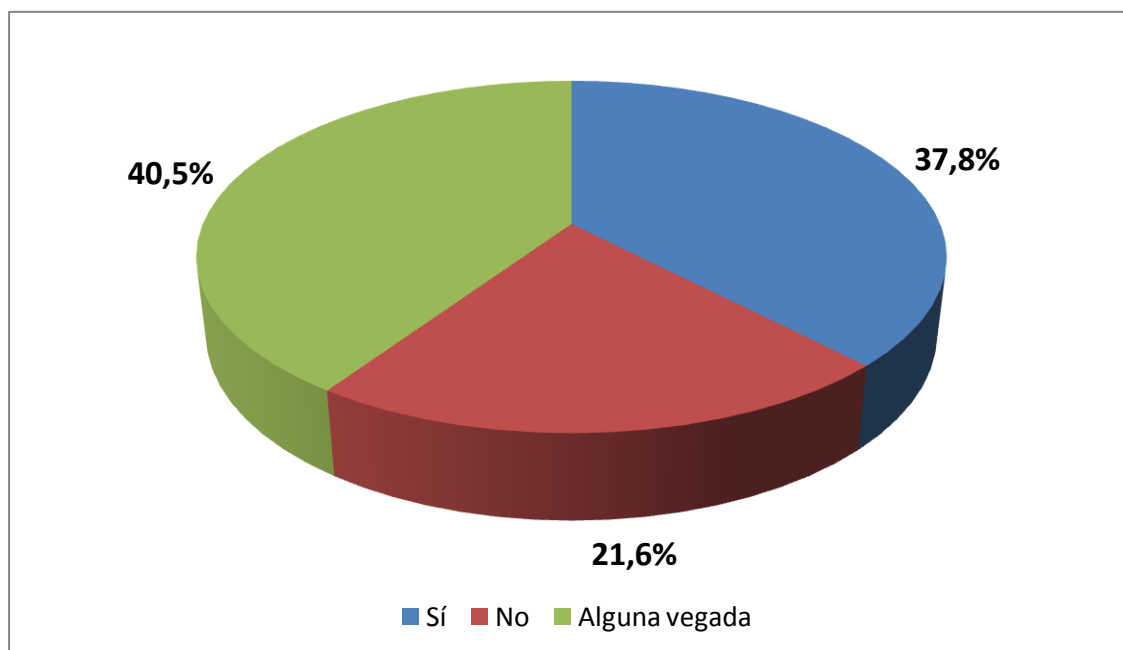


Figura 46. Gràfic de resultats de la pregunta 3 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 4:

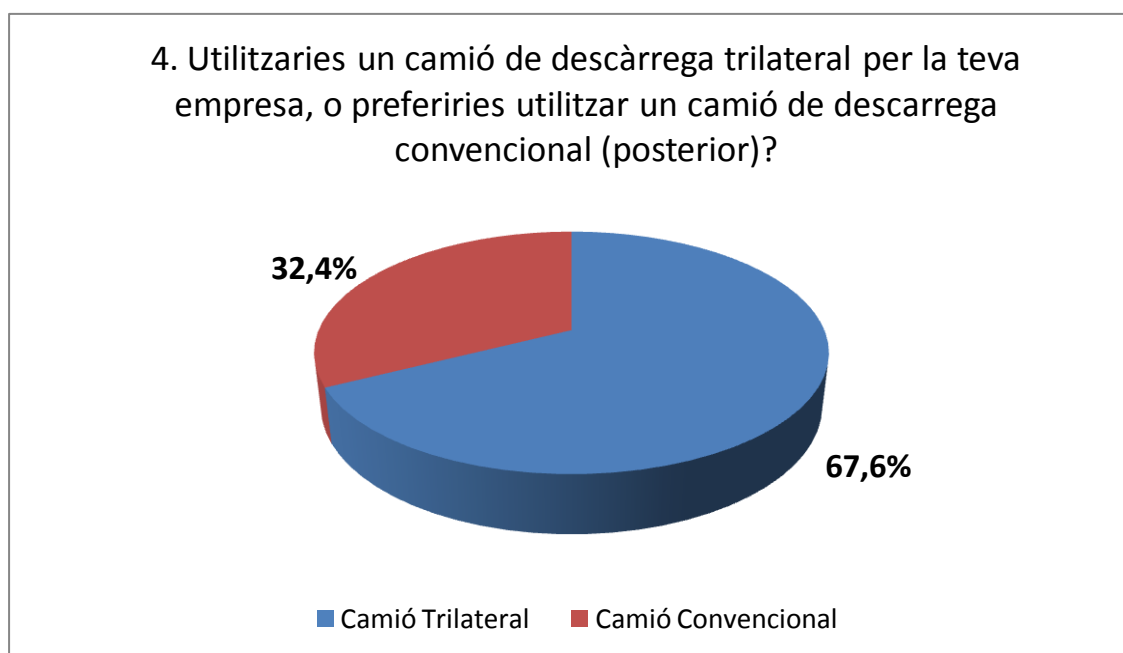


Figura 47. Gràfic de resultats de la pregunta 4 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 5:

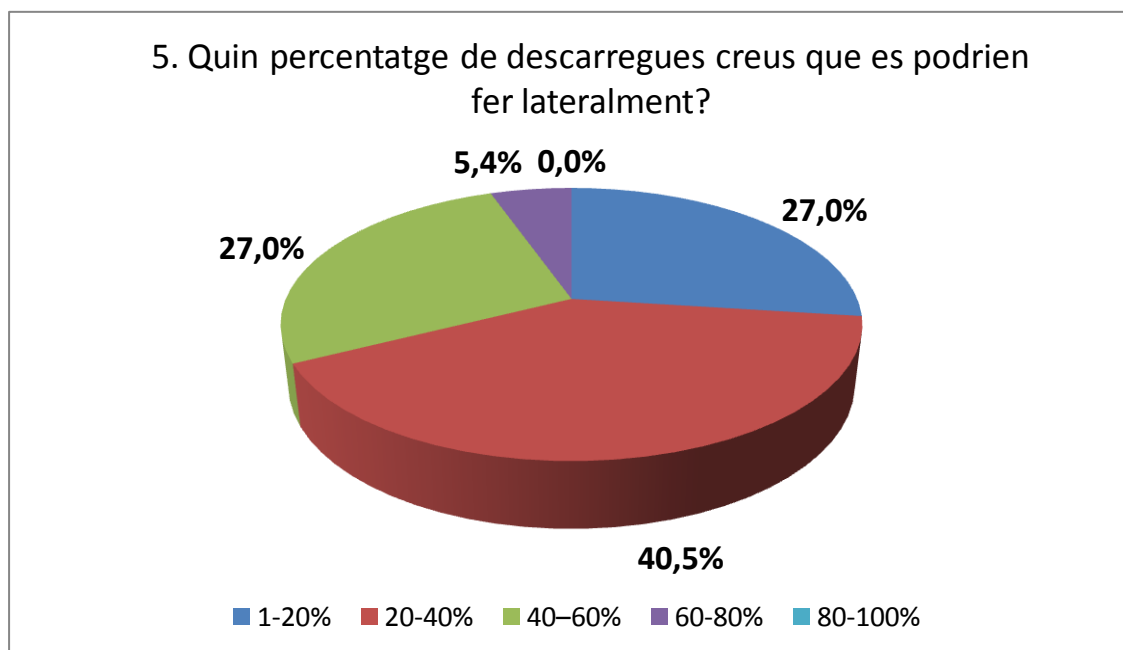


Figura 48. Gràfic de resultats de la pregunta 5 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 6:

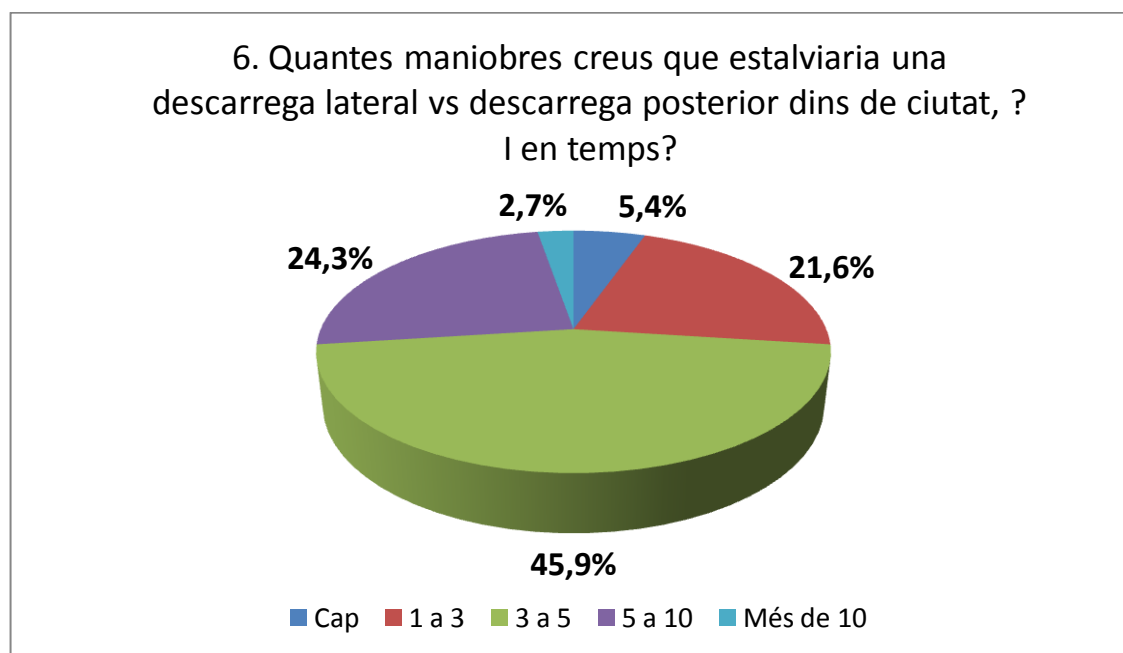


Figura 49. Gràfic de resultats de la pregunta 6 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 7:

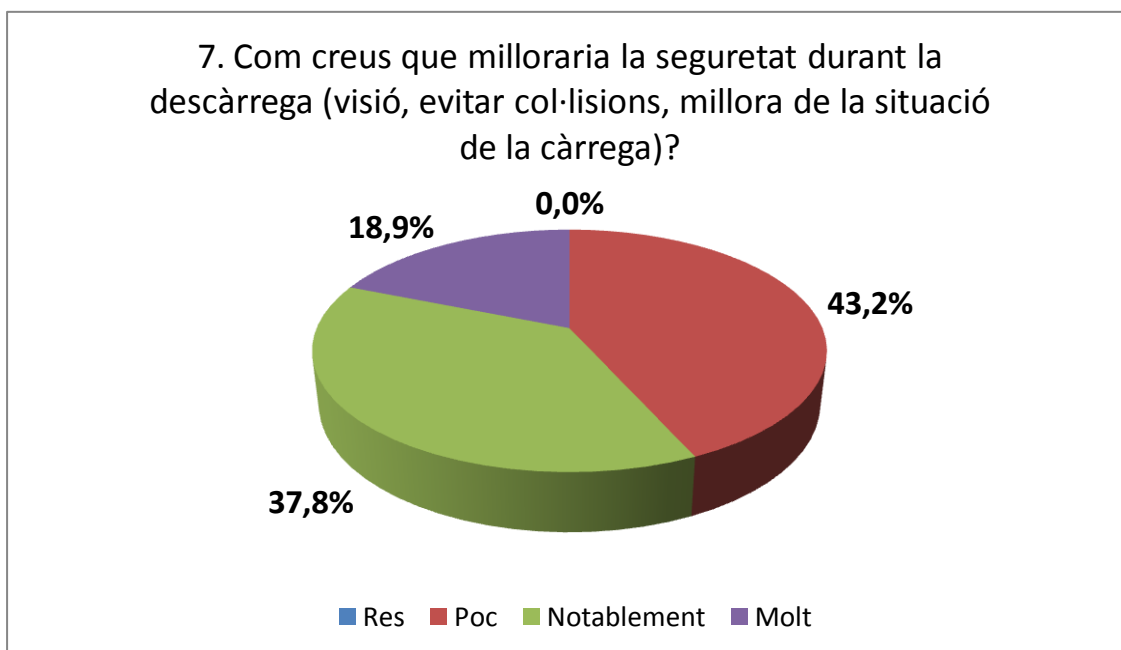


Figura 50. Gràfic de resultats de la pregunta 7 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 8:

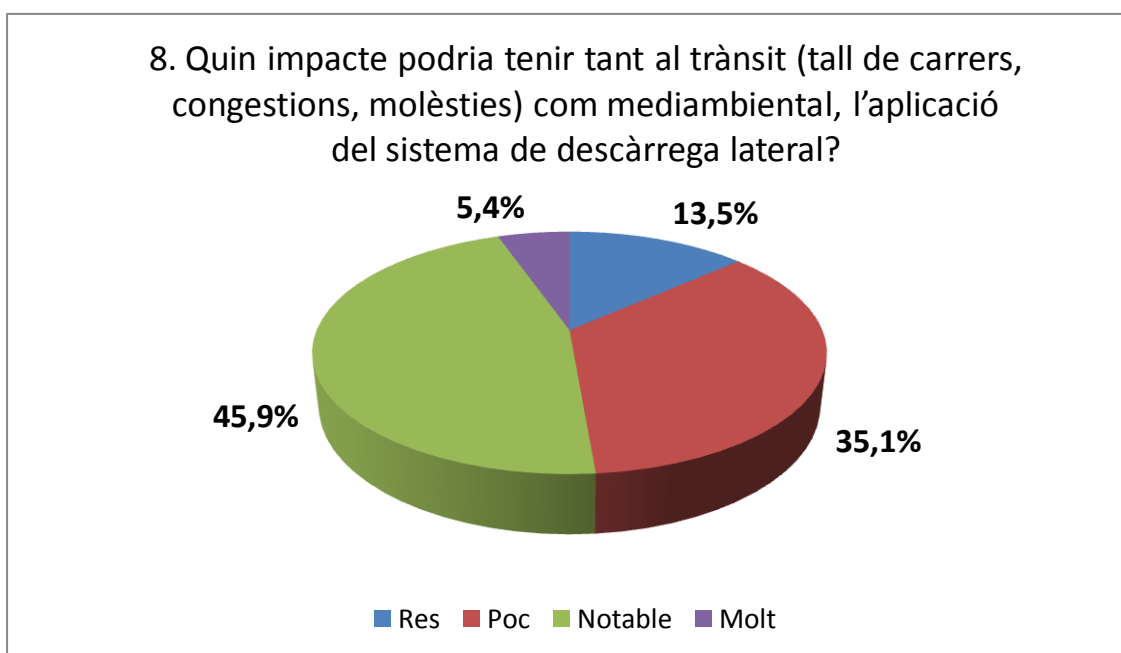


Figura 51. Gràfic de resultats de la pregunta 8 de l'enquesta als conductors de camions.

- Pregunta 9:

9. Quin sobre cost estaries disposat a pagar per tal de tenir un sistema de descàrrega en tres direccions?

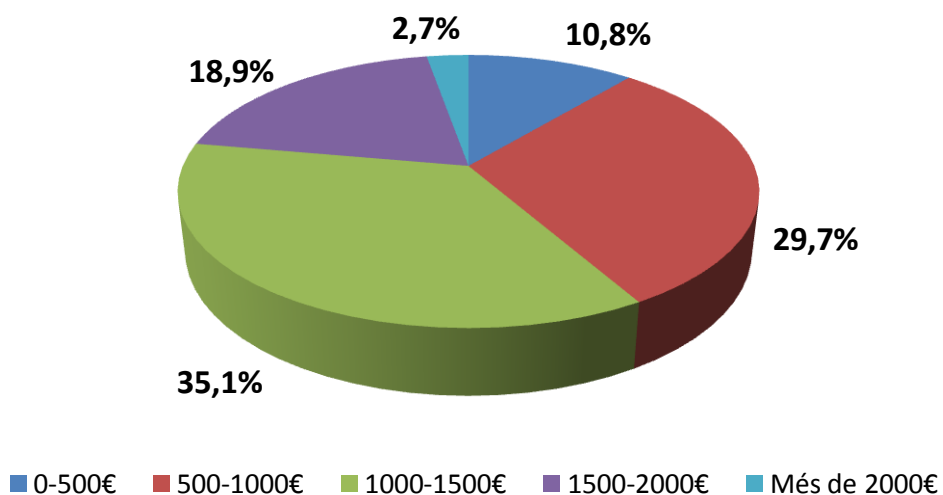


Figura 52. Gràfic de resultats de la pregunta 9 de l'enquesta als conductors de camions.

2.3. Enquesta realitzada a la resta de conductors i/o vianants:

L'estudi de mercat s'ha realitzat mitjançant la següent enquesta a 77 conductors no professionals i/o vianants que es podrien beneficiar d'aquest projecte.

Enquesta pels conductors / vianants:

1. Amb quina freqüència trobes problemes amb el trànsit degut a descàrregues prolongades dels camions?

Cada dia Un cop per setmana 2-3 cop al mes Gairebé mai

2. Quina es la demora de temps que et sol ocasionar?

Menys de 5 minuts 5-15 minuts 15-30 minuts Més de 30 minuts

3. Haves sentit mai parlar del sistema de descarrega trilateral, descàrrega tant per la part posterior del camió, com pels dos lateral?

Sí No Alguna vegada

4. Com creus que milloraria la seguretat durant la descàrrega (visió, evitar col·lisions, millora de la situació de la càrrega)?

Res Poc Notablement Molt

5. Quin impacte podria tenir tant al trànsit (tall de carrers, congestions, molèsties) com mediambiental, l'aplicació del sistema de descàrrega lateral?

Res Poc Notable Molt

6. Podries aportar algun suggeriment o proposta que pugui ajudar a realitzar un projecte més robust?

2.4. Resultats obtinguts:

Els resultats obtinguts a través de les enquestes als conductors i vianants són els següents:

- Pregunta 1:

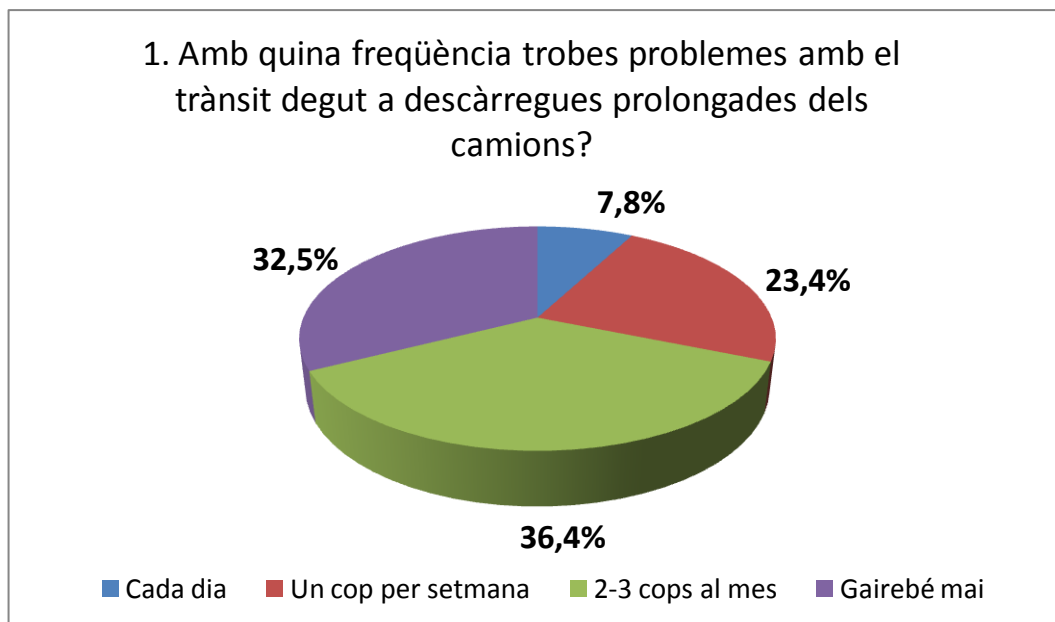


Figura 53. Gràfic de resultats de la pregunta 1 de l'enquesta als conductors i/o vianants.

- Pregunta 2:

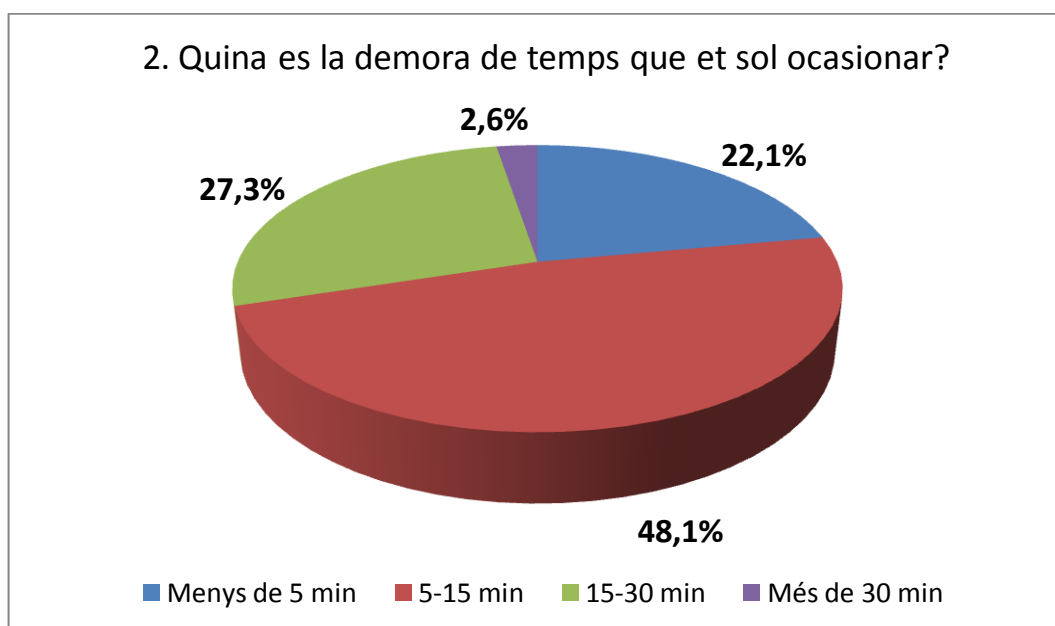


Figura 54. Gràfic de resultats de la pregunta 2 de l'enquesta als conductors i/o vianants.

- Pregunta 3:

3. Havies sentit mai parlar del sistema de descarrega trilateral, descàrrega tant per la part posterior del camió, com pels dos lateral?

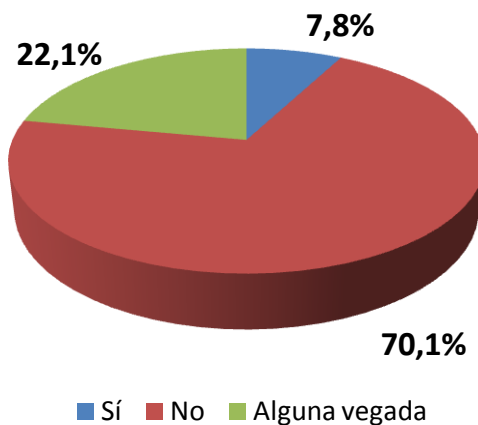


Figura 55. Gràfic de resultats de la pregunta 3 de l'enquesta als conductors i/o vianants.

- Pregunta 4:

4. Com creus que milloraria la seguretat durant la descàrrega (visió, evitar col·lisions, millora de la situació de la càrrega)?

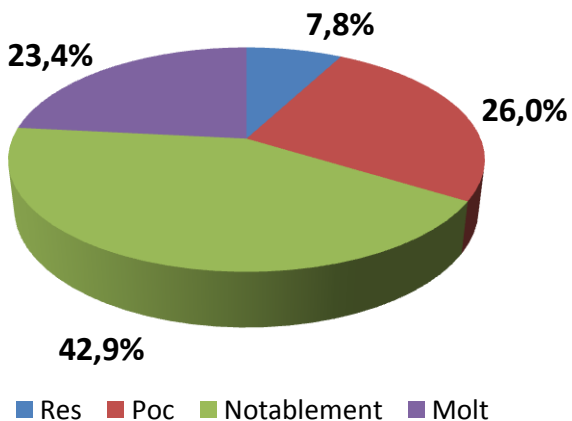


Figura 56. Gràfic de resultats de la pregunta 4 de l'enquesta als conductors i/o vianants.

- Pregunta 5:

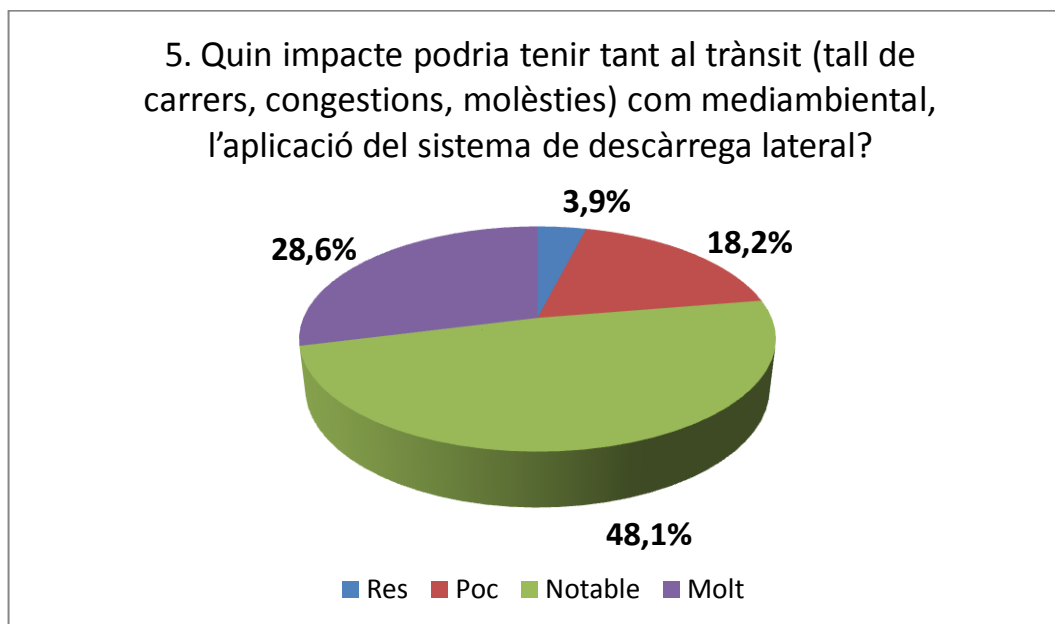


Figura 57. Gràfic de resultats de la pregunta 5 de l'enquesta als conductors i/o vianants.

2.5. Conclusions:

Segons els resultats de les enquestes, es creu interessant realitzar el disseny d'un sistema hidràulic de descàrrega posterior i lateral. Els dos col·lectius, tant camioners com la resta de conductors, creuen que gairebé la meitat de les descàrregues es podrien fer lateralment, reduint l'afectació del trànsit i les maniobres de descàrrega.

Ambdós col·lectius, també creuen que la seguretat dels treballadors milloraria notablement i el trànsit es veuria millorat de forma considerable.

Un alt percentatge de professionals, estarien disposats a invertir amb instal·lar un sistema de descàrrega trilateral als seus vehicles.

CAPÍTOL 3:

DETALLS CÀLCULS

JUSTIFICATIUS

En aquest apartat es descriuran al detall tots els càlculs i anàlisis 3D realitzats per tal de dimensionar els diferents elements del projecte.

3.1. Estudis a analitzar.

En aquest apartat es pretén simular mitjançant el programa informàtic Solidworks, el valor de les reaccions en les quatre bases de la caixa basculant (R1,R2,R3,R4) i la força provinent del pistó hidràulic (R5), en cadascuna de les situacions crítiques del funcionament del projecte, amb l'objectiu de determinar quin es el cas crític i dimensionar el sistema.

3.1.1. Estudi 1: Conducció + plena càrrega

L'estudi 1 fa referència al estat horitzontal, on els quatre suports de la caixa basculant estan fixats a les ròtules i el pistó hidràulic no realitza cap esforç. Representaria al cas de circulació o repòs estàtic.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els quatre suports de la caixa basculant.

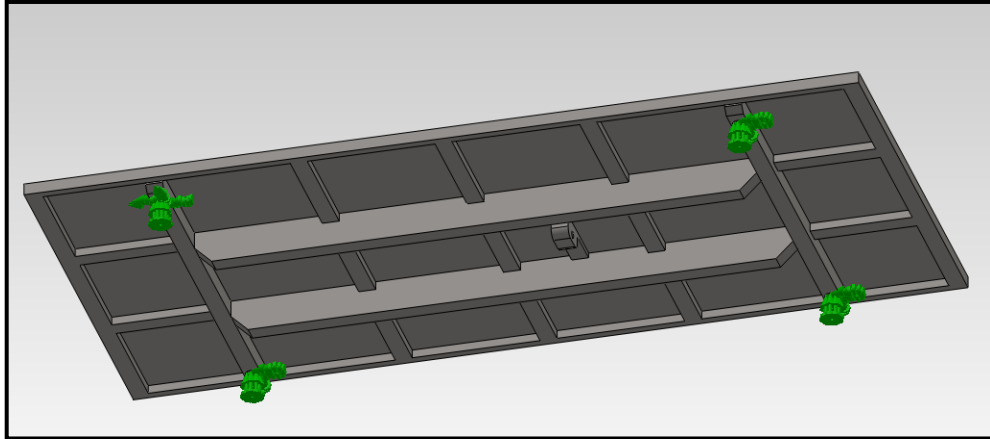


Figura 58. Reaccions de l'Estudi 1: Conducció + plena càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de 5.672,5 N/m².

$$q = \frac{(càrrega + pes caixa) * g}{superfície útil} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

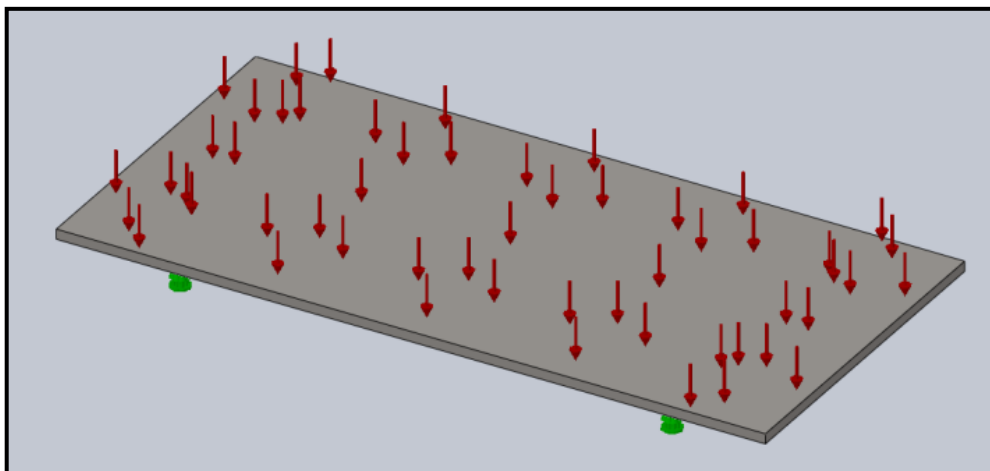


Figura 59. Força de l'Estudi 1: Conducció + plena càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 1, tant en eixos locals de la caixa basculant, com en eixos globals, seran:

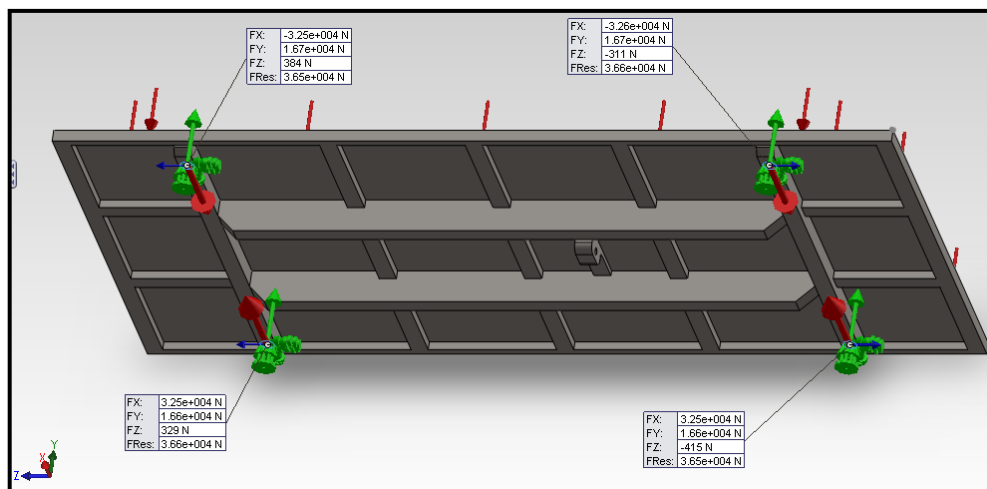


Figura 60. Reaccions de l'Estudi 1: Conducció + plena càrrega

Les reaccions locals, que seran les mateixes que en globals ja que l'Estudi es realitza en posició horitzontal, seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	32500	32500	32600	32500	0
Y	16700	16600	16700	16600	0
Z	384	329	311	415	0

Taula 2. Resultats Estudi 1.

3.1.2. Estudi 2: Descàrrega posterior + plena càrrega

L'estudi 2 fa referència a la descàrrega posterior amb tota la massa de material a l'interior de la caixa basculant (6Tn), suportada per els dos recolzament posteriors i per la força central realitzada pel pistó hidràulic. Aquest cas simularia el cas crític de descàrrega posterior on, per algun motiu, la comporta posterior no s'ha obert i el sistema es elevat a 45° a plena càrrega.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els dos suports posteriors i el suport central del pistó hidràulic.

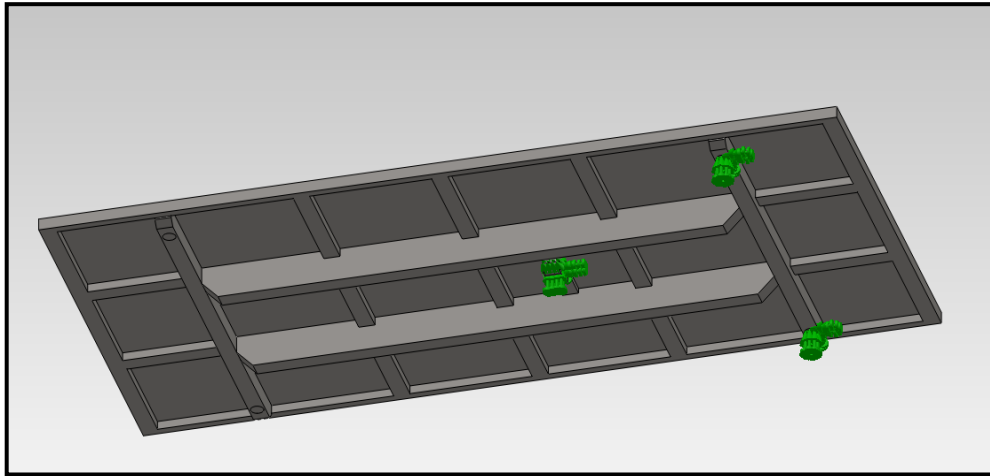


Figura 61. Reaccions de l'Estudi 2: Descàrrega posterior + plena càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de 5.672,5 N/m², perpendicular al terra, per tant, a 45° respecte la base de la caixa basculant.

$$q = \frac{(càrrega + pes caixa) * g}{superficie \text{ útil}} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

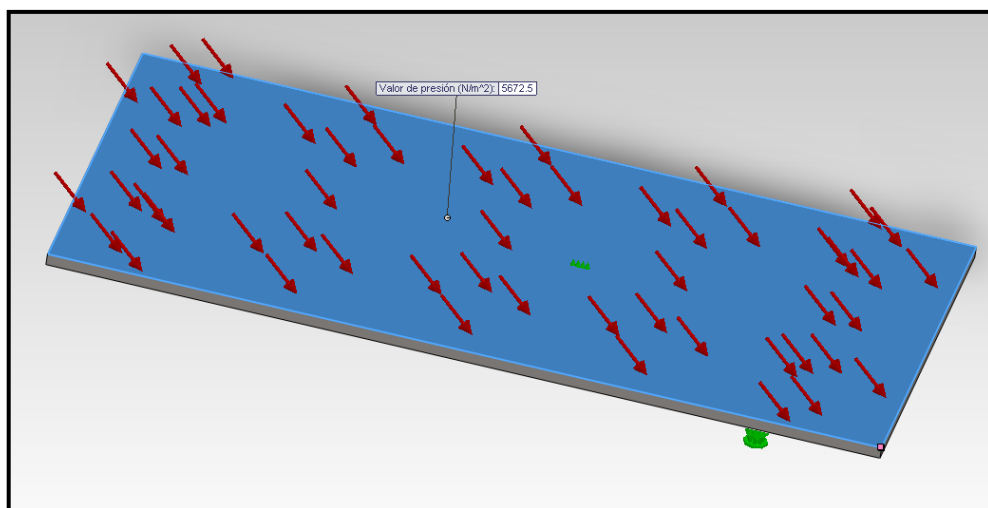


Figura 62. Força de l'Estudi 2: Descàrrega posterior + plena càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 2, en eixos locals de la caixa, seran:

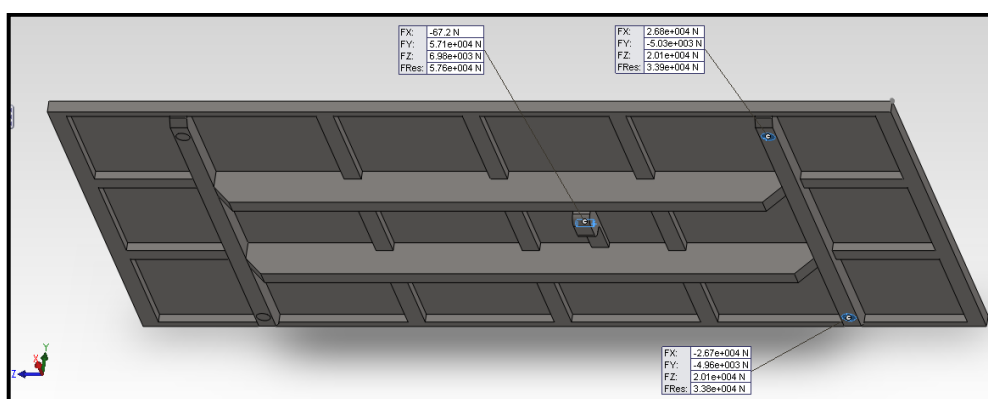


Figura 63. Reaccions de l'Estudi 2: Descàrrega posterior + plena càrrega

Les reaccions locals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	0	0	26800	26700	67.2
Y	0	0	5030	4960	57100
Z	0	0	20100	20100	6980

Taula 3. Resultats estudi 2 (locals).

Les reaccions globals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	0	0	26800	26700	67.2
Y	0	0	10656.1	10705.6	45311.4
Z	0	0	17769.6	17720.1	35440.2

Taula 4. Resultats estudi 2 (globals).

3.1.3. Estudi 3: Descàrrega posterior + mitja càrrega

L'estudi 3 fa referència a la descàrrega posterior amb la meitat de massa ja abocada i amb la meitat de la massa encara dins de la caixa basculant, en les mateixes restriccions i inclinació que a l'estudi anterior.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els dos suports posteriors i el suport central del pistó hidràulic.

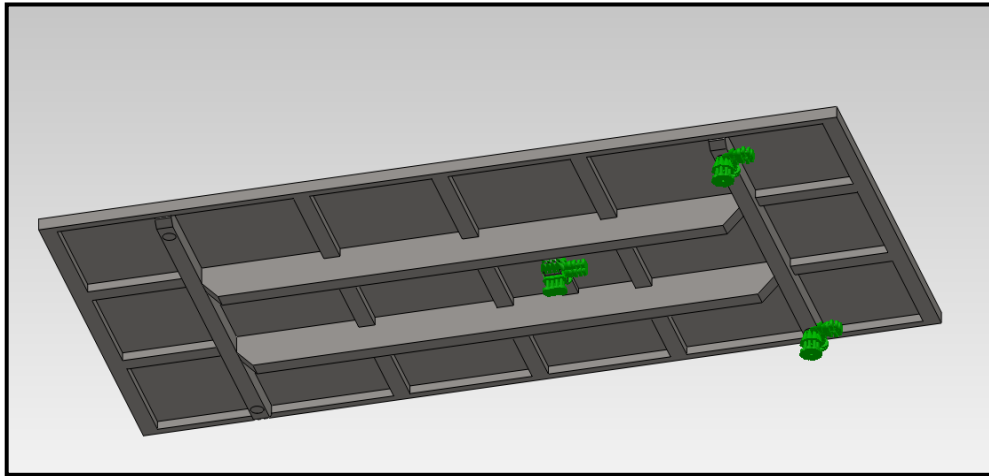


Figura 64. Reaccions de l'Estudi 3: Descàrrega posterior + mitja càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de 5.672,5 N/m², perpendicular al terra, per tant, a 45° respecte la base de la caixa basculant i aplicada a la meitat inferior de la caixa basculant.

$$q = \frac{(càrrega + pes caixa) * g}{superfície útil} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

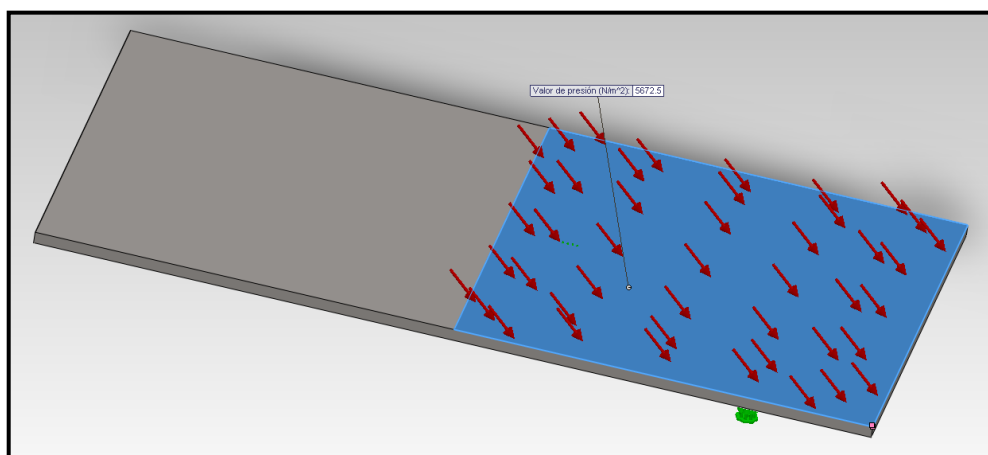


Figura 65. Força de l'Estudi 3: Descàrrega posterior + mitja càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 3, en eixos locals de la caixa, seran:

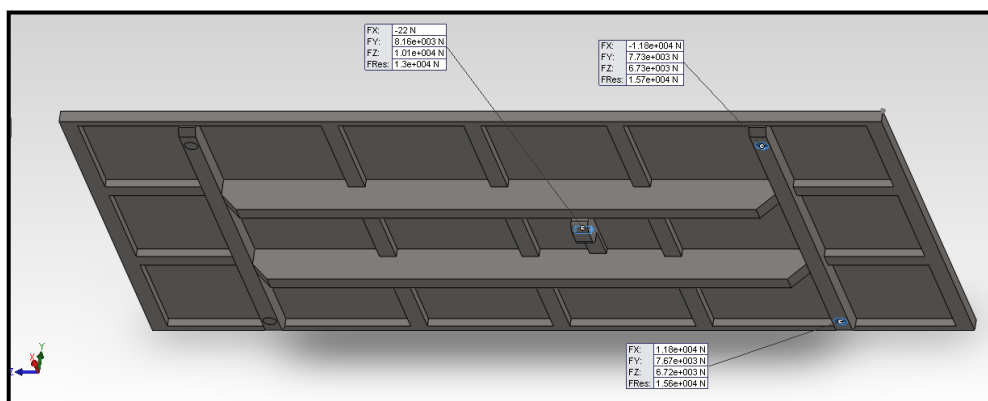


Figura 66. Reaccions de l'Estudi 3: Descàrrega posterior + mitja càrrega

Les reaccions locals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	0	0	11800	11800	22
Y	0	0	7730	7670	8160
Z	0	0	6730	6720	10100

Taula 5. Resultats estudi 3 (locals).

Les reaccions globals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	0	0	11800	11800	22
Y	0	0	10224.8	10175.3	12911.8
Z	0	0	707.1	671.8	1371.8

Taula 6. Resultats estudi 3 (globals).

3.1.4. Estudi 4: Descàrrega lateral + plena càrrega

L'estudi 4 fa referència a la descàrrega lateral amb tota la massa de material a l'interior de la caixa basculant (6Tn), suportada per els dos recolzament laterals (es indiferent dret o esquerra) i per la força central realitzada pel pistó hidràulic. Aquest cas simularia el cas crític de descàrrega lateral on, per algun motiu, la comporta lateral no s'ha obert i el sistema es elevat a 45° a plena càrrega.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els dos suports laterals i el suport central del pistó hidràulic.

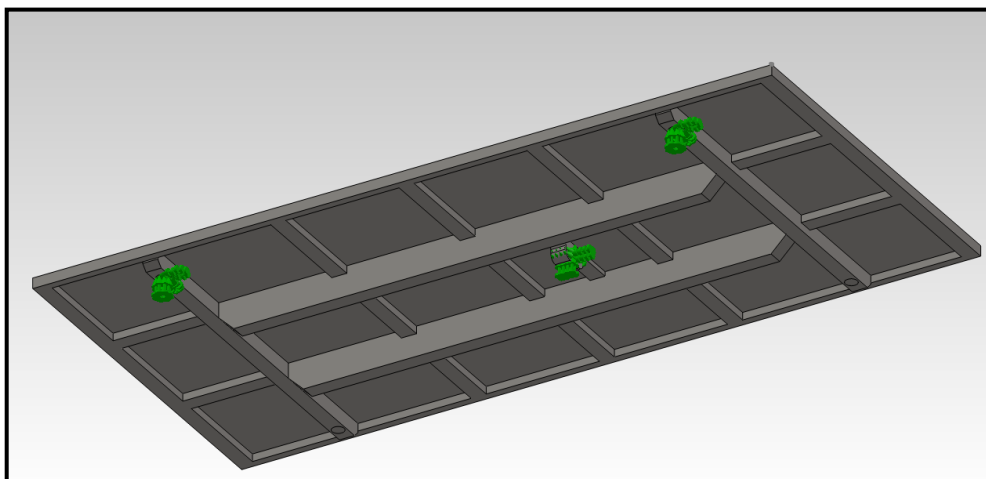


Figura 67. Reaccions de l'Estudi 4: Descàrrega lateral + plena càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de 5.672,5 N/m², perpendicular al terra, per tant, a 45° respecte de la base de la caixa basculant.

$$q = \frac{(càrrega + pes caixa) * g}{superfície útil} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

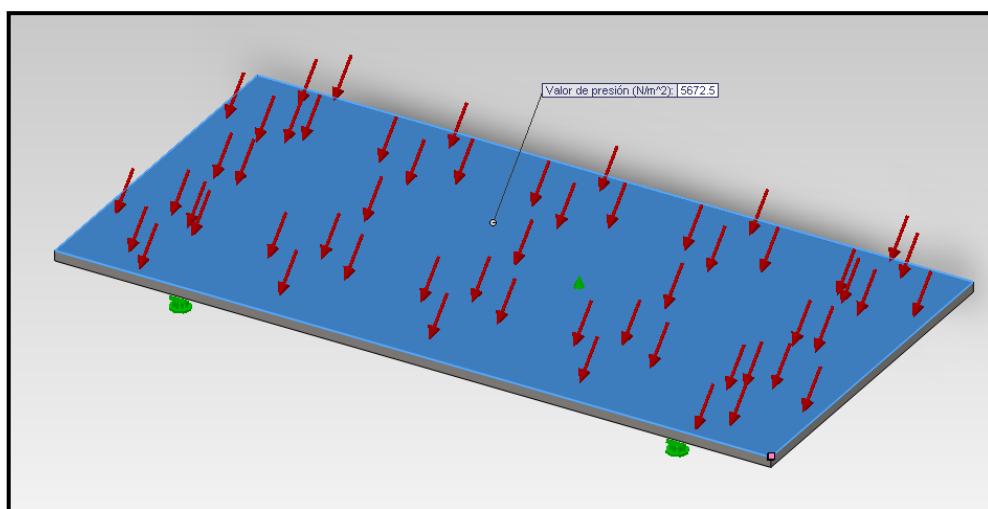


Figura 68. Força de l'Estudi 4: Descàrrega lateral + plena càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 4, en eixos locals de la caixa, seran:

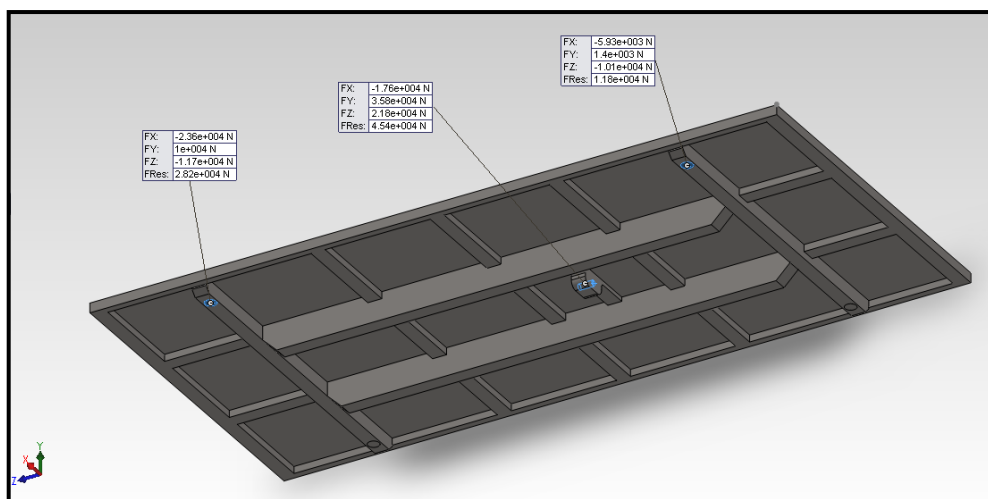


Figura 69. Reaccions de l'Estudi 4: Descàrrega lateral + plena càrrega

Les reaccions locals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	23600	0	5930	0	17600
Y	10000	0	1400	0	35800
Z	11700	0	10100	0	21800

Taula 7. Resultats estudi 4 (locals).

Les reaccions globals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	9616.6	0	3203.2	0	12869.3
Y	23758.8	0	5183.1	0	37759.5
Z	11700	0	10100	0	21800

Taula 8. Resultats estudi 4 (globals).

3.1.5. Estudi 5: Descàrrega lateral + mitja càrrega

L'estudi 5 fa referència a la descàrrega lateral amb la meitat de massa ja abocada i amb la meitat de la massa encara dins de la caixa basculant, en les mateixes restriccions i inclinació que a l'estudi anterior.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els dos suports laterals i el suport central del pistó hidràulic.

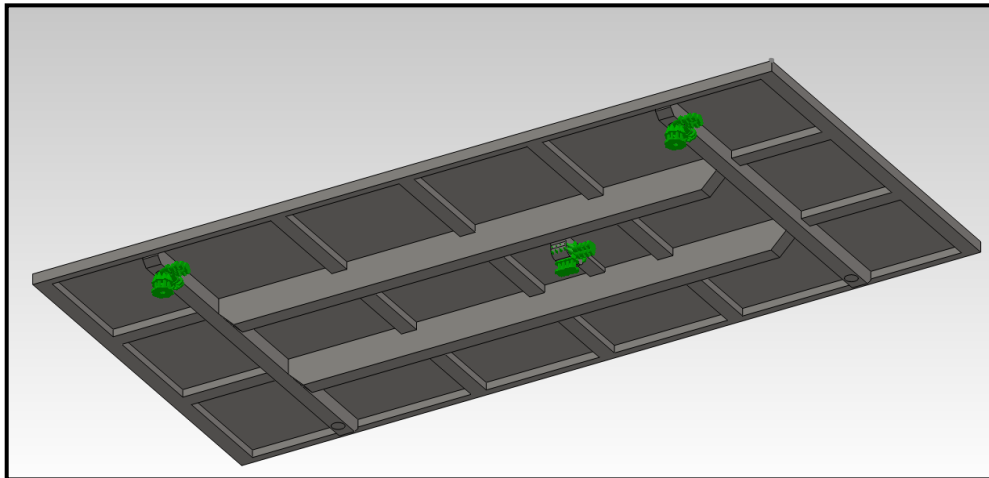


Figura 70. Reaccions de l'Estudi 5: Descàrrega lateral + mitja càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de $5.672,5 \text{ N/m}^2$, perpendicular al terra, per tant, a 45° respecte de la base de la caixa basculant i aplicada a la meitat esquerra de la caixa basculant (en aquest cas).

$$q = \frac{(\text{càrrega} + \text{pes caixa}) * g}{\text{superfície útil}} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

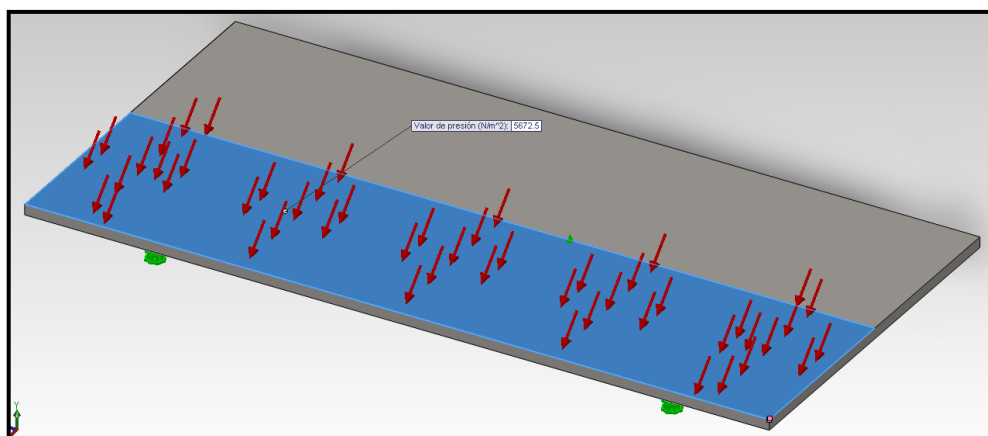


Figura 71. Força de l'Estudi 5: Descàrrega lateral + mitja càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 5 en eixos locals de la caixa, seran:

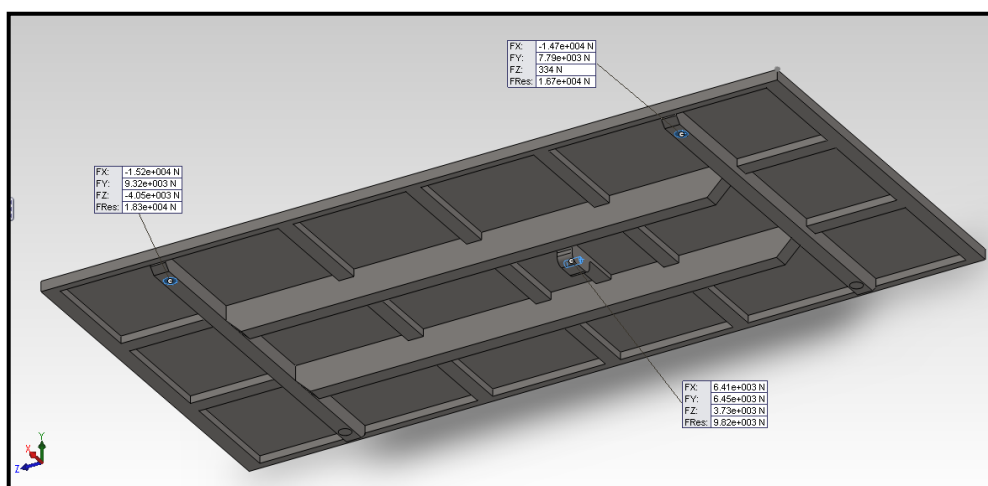


Figura 72. Reaccions de l'Estudi 5: Descàrrega lateral + mitja càrrega

Les reaccions locals de l'Estudi 5 seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	15200	0	14700	0	6410
Y	9320	0	7790	0	6450
Z	4050	0	334	0	3730

Taula 9. Resultats estudi 5 (locals).

Les reaccions globals d'aquest estudi seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	4157.8	0	4886.1	0	9093.4
Y	17338.3	0	15902.8	0	28.28
Z	4050	0	334	0	3730

Taula 10. Resultats estudi 5 (globals).

3.1.6. Estudi 6: Aixecament posterior inicial + plena càrrega

L'estudi 6 fa referència al estat horitzontal, just en el moment en que comença l'aixecament posterior de la caixa basculant a plena càrrega.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els dos suports posterior de la caixa basculant i el suport central del pistó hidràulic.

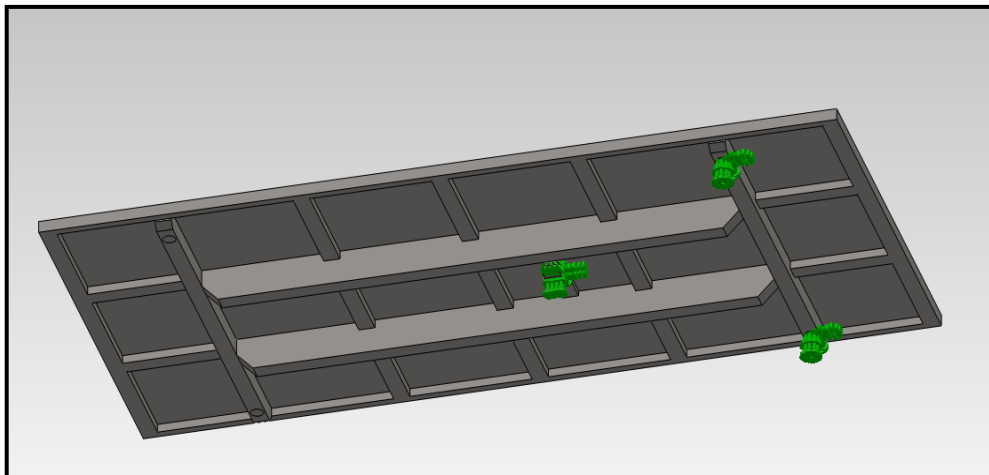


Figura 73. Reaccions de l'Estudi 6: Aixecament posterior inicial + plena càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de 5.672,5 N/m².

$$q = \frac{(càrrega + pes caixa) * g}{superfície útil} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

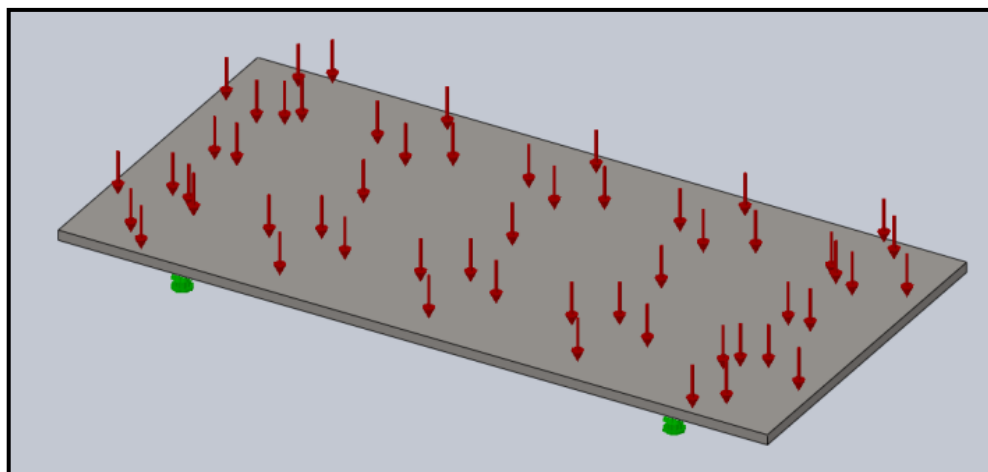


Figura 74. Força de l'Estudi 6: Aixecament posterior inicial + plena càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 6, tant en eixos locals de la caixa basculant, com en eixos globals, seran:

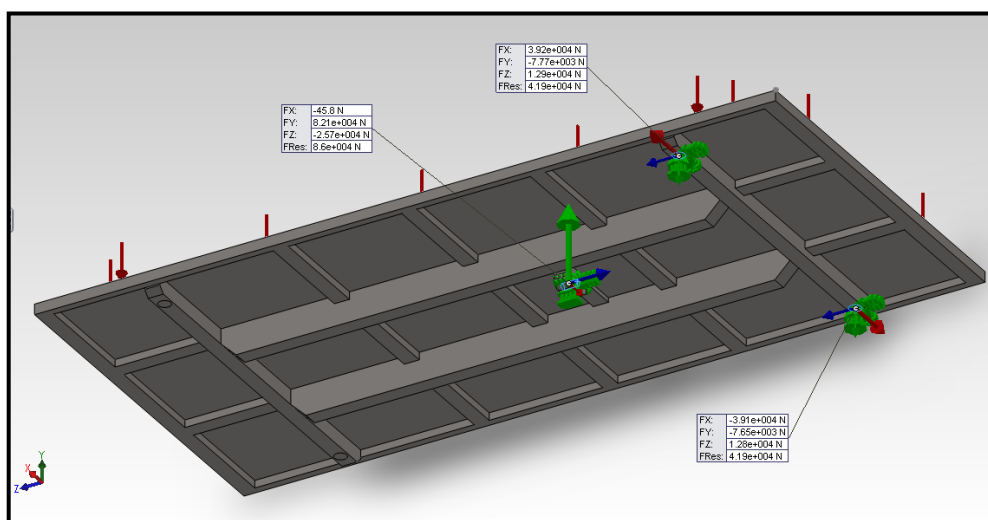


Figura 75. Reaccions de l'Estudi 6: Aixecament posterior inicial + plena càrrega

Les reaccions locals, que seran les mateixes que en globals ja que l'Estudi es realitza en posició horitzontal, seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	0	0	39200	39100	45.8
Y	0	0	7770	7650	82100
Z	0	0	12900	12800	25700

Taula 11. Resultats estudi 6.

3.1.7. Estudi 7: Aixecament lateral inicial + plena càrrega

L'estudi 7 fa referència al estat horitzontal, just en el moment en que comença l'aixecament lateral de la caixa basculant a plena càrrega.

- Restriccions del sistema:

Les restriccions del sistema seran els dos suports laterals de la caixa basculant i el suport central del pistó hidràulic.

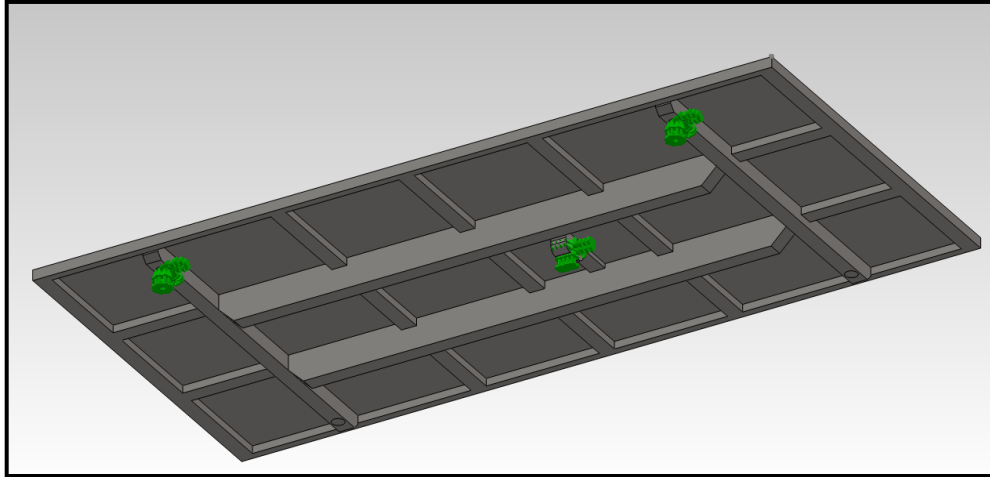


Figura 76. Reaccions de l'Estudi 7: Aixecament lateral inicial + plena càrrega

- Força actuant

La força actuant serà distribuïda uniformement per la superfície, amb un valor de 5.672,5 N/m².

$$q = \frac{(càrrega + pes caixa) * g}{superfície útil} = \frac{(6000 + 800) * 9.81}{2.4 * 4.9} = 5.672.5 \text{ N/m}^2$$

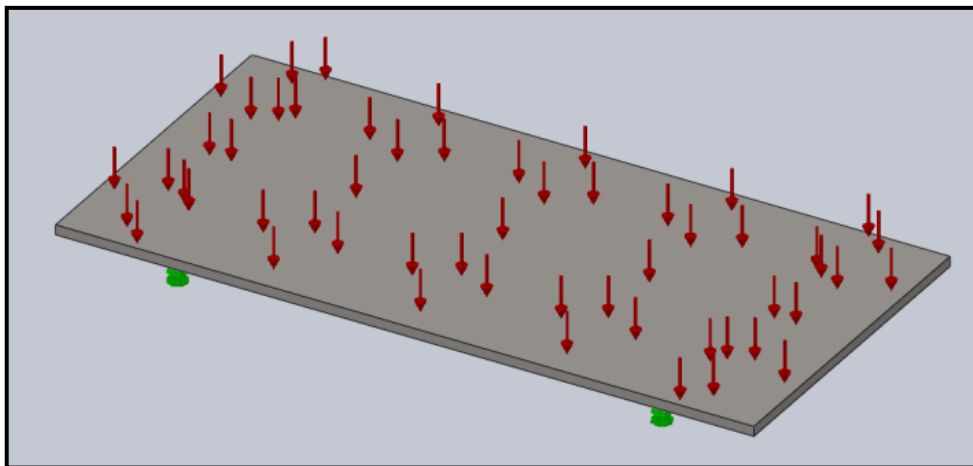


Figura 77. Força de l'Estudi 7: Aixecament lateral inicial + plena càrrega

- Reaccions obtingudes:

Les reaccions obtingudes de l'Estudi 7, tant en eixos locals de la caixa basculant, com en eixos globals, seran:

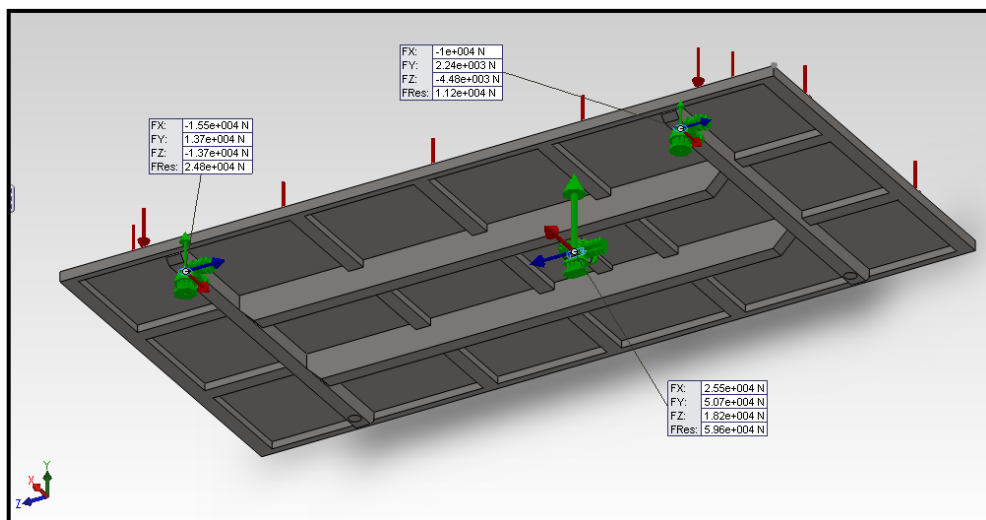


Figura 78. Reaccions de l'Estudi 7: Aixecament lateral inicial + plena càrrega

Les reaccions locals, que seran les mateixes que en globals ja que l'Estudi es realitza en posició horitzontal, seran:

	R1 [N]	R2 [N]	R3 [N]	R4 [N]	R5 [N]
X	15500	0	10000	0	25500
Y	13700	0	2240	0	50700
Z	13700	0	4480	0	18200

Taula 12. Resultats estudi 7.

3.2. Càlculs de les Barres Transversals

Per dimensionar les barres transversals, es realitzaran càlculs per determinar quin són els perfils o tipologies de materials a utilitzar i, posteriorment, es realitzarà un anàlisi 3D amb el programa Solidworks, el qual podrà determinar la distribució de tensions en qualsevol punt de la barra, localitzant les zones crítiques de la peça o concentracions de tensions.

3.2.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les forces actuant a les barres transversals serà la següent:

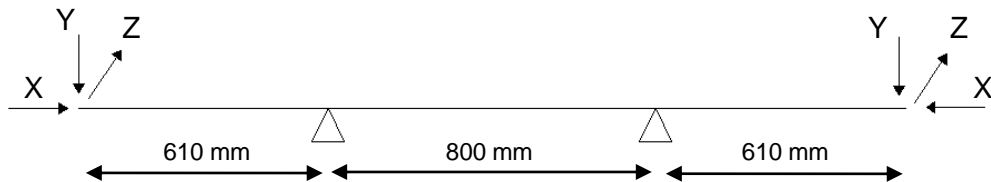


Figura 79. Esquema gràfic de les barres transversals.

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.1, es pot observar que els casos més desfavorables i, per tant, els casos que els determinen les propietats crítiques pel dimensionament de les barres seran els Estudi 2, 4 i 7.

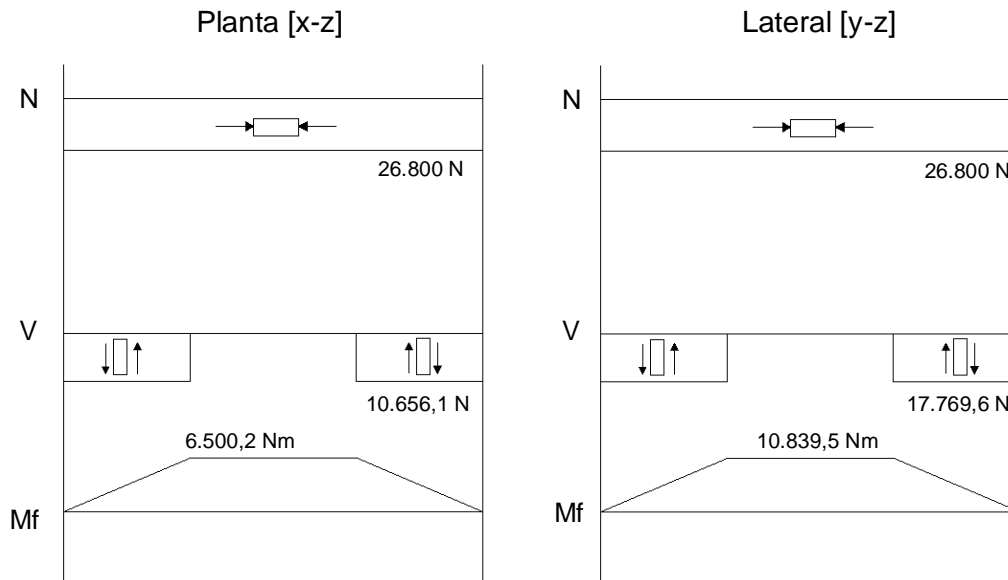
Estudi 2		Estudi 4		Estudi 7	
X [N]	26.800,0	X [N]	9.616,6	X [N]	15.500,0
Y [N]	10.656,1	Y [N]	23.758,8	Y [N]	13.700,0
Z [N]	17.769,6	Z [N]	11.700,0	Z [N]	13.700,0

Taula 13. Resultats Estudi Barra Transversal.

- **Estudi 2:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir les barres transversals per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar les barres seran:

- Axil: $N = 26.800 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{10.656,1^2 + 17.769,6^2} = 20.720 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = \sqrt{6.500,2^2 + 10.839,5^2} = 12.639,1 \text{ Nm}$

Procedint als càlculs, amb una secció de 100x100x8 mm ($S_r = 2720 \text{ mm}^2$ i $W_x = 73,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$) i un Factor de Seguretat de 1.5.

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{S_r} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{26.800}{2720} + \frac{12.639,1 \cdot 10^3}{73,2 \cdot 10^3} \rightarrow \sigma_{el} \geq 274 \text{ MPa}$$

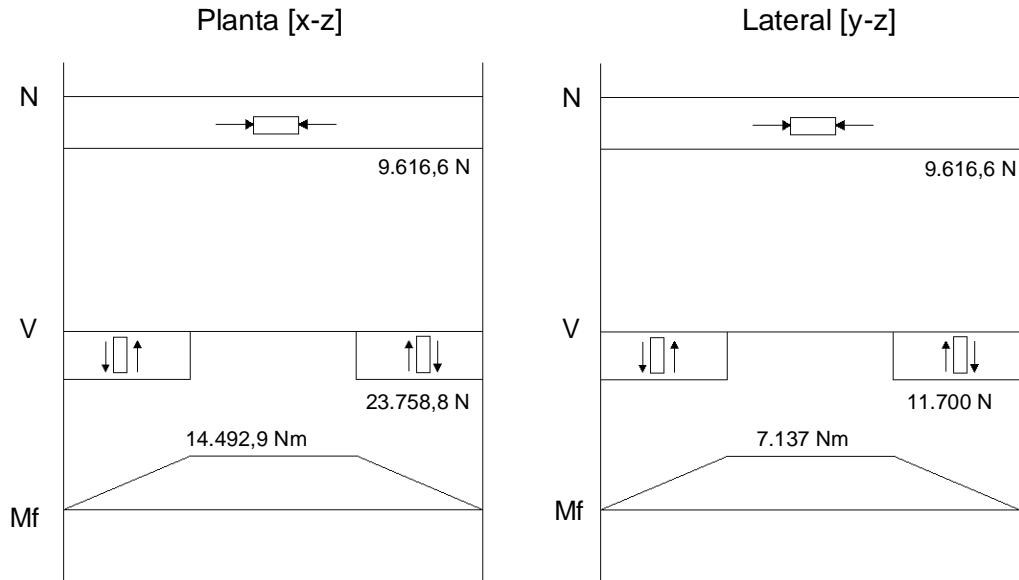
$$\tau = \frac{0.5 \cdot \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} \cdot \frac{V}{S_r} \rightarrow \frac{0.5 \cdot \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} \cdot \frac{20.720}{2720} \rightarrow \sigma_{el} \geq 31 \text{ MPa}$$

El límit elàstic necessari per resistir les forces de l'Estudi 2, a partir dels càlculs realitzats, serà de 274 MPa.

- **Estudi 4:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir les barres transversals per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquet Estudi per dimensionar les barres seran:

- Axil: $N = 9.616,6 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{23.758,8^2 + 11.700^2} = 26.483,4 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = \sqrt{14.492,9^2 + 7.137^2} = 16.154,9 \text{ Nm}$

Procedint als càlculs, amb una secció de 100x100x8 mm ($S_r = 2720 \text{ mm}^2$ i $W_x = 73,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$) i un Factor de Seguretat de 1.5.

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{S_r} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{9.616,6}{2720} + \frac{16.154,9 \cdot 10^3}{73,2 \cdot 10^3} \rightarrow \sigma_{el} \geq 336 \text{ MPa}$$

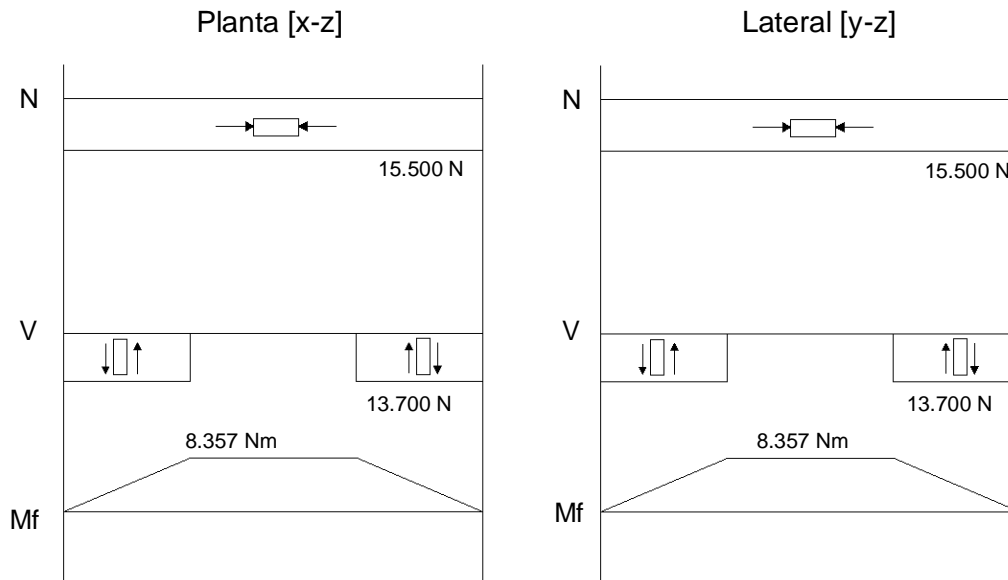
$$\tau = \frac{0.5 \cdot \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} \cdot \frac{V}{S_r} \rightarrow \frac{0.5 \cdot \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} \cdot \frac{26.483,4}{2720} \rightarrow \sigma_{el} \geq 39 \text{ MPa}$$

El límit elàstic necessari per resistir les forces de l'Estudi 4, a partir dels càlculs realitzats, serà de 336 MPa.

- **Estudi 7:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir les barres transversals per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar les barres seran:

- Axil: $N = 15.500 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{13.700^2 + 13.700^2} = 19.374,7 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = \sqrt{8.357^2 + 8.357^2} = 11.818,6 \text{ Nm}$

Procedint als càlculs, amb una secció de 100x100x8 mm ($Sr = 2720 \text{ mm}^2$ i $Wx = 73,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$) i un Factor de Seguretat de 1.5.

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{15.500}{2720} + \frac{11.818,6 \cdot 10^3}{73,2 \cdot 10^3} \rightarrow \sigma_{el} \geq 251 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{0.5 \cdot \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} \cdot \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 \cdot \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} \cdot \frac{19.374,7}{2720} \rightarrow \sigma_{el} \geq 29 \text{ MPa}$$

El límit elàstic necessari per resistir les forces de l'Estudi 7, a partir dels càlculs realitzats, serà de 251 MPa.

3.2.2. Simulacions realitzades

S'han realitzats simulacions de les barres transversals, amb les dimensions i forces corresponents a cada Estudi per determinar quins són els límits elàstics necessaris en aquelles zones crítiques o amb concentracions de tensions.

A continuació es podrà observar les restriccions que s'han introduït al sistema i les forces aplicades i els resultats obtinguts a l'Estudi 2,4 i 7.

- **Estudi 2:**

Els resultats obtinguts sota les forces de l'Estudi 2 són:

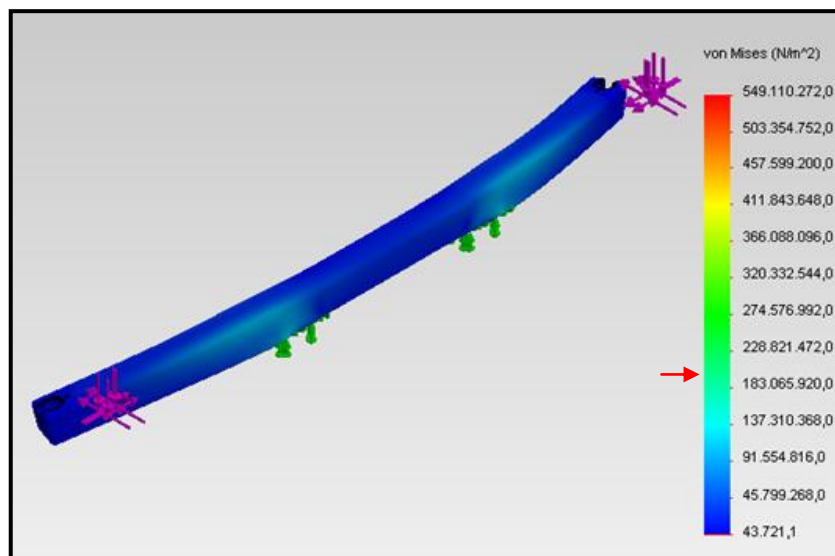


Figura 80. Anàlisis 3D Solidworks de l'Estudi 2.

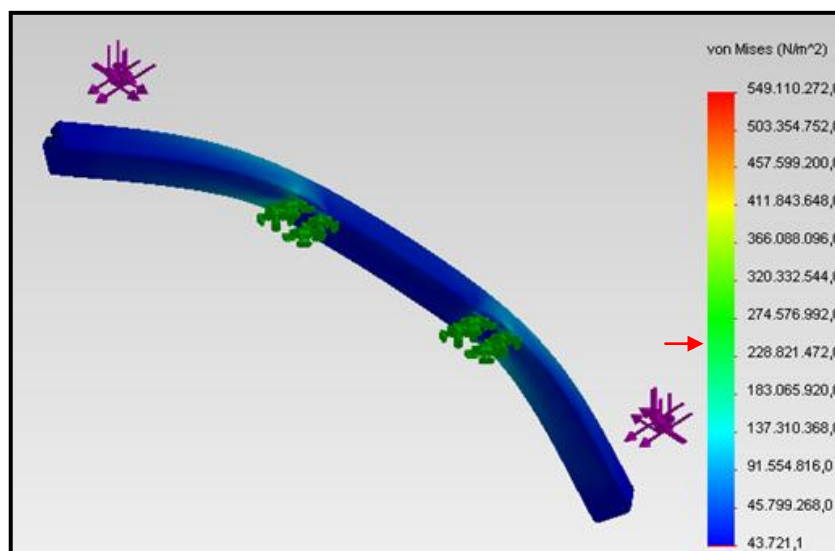


Figura 81. Anàlisis 3D Solidworks de l'Estudi 2.

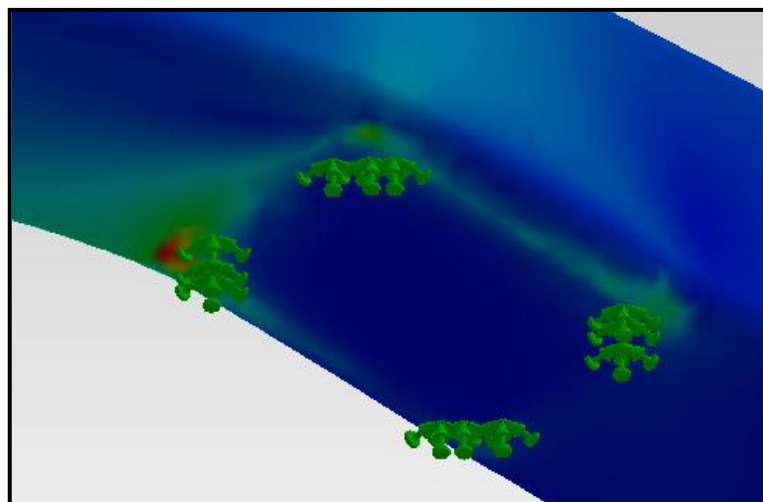


Figura 82. Anàlisi 3D Solidworks de l'Estudi 2.

El límit elàstic necessari en la zona més crítica de la barra transversal en aquest cas serà de 293 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

Es pot observar que el límit elàstic màxim representat als gràfics anteriors mostra un valor molt superior al real. Això és degut a que el programa Solidworks obliga a restringir el sistema aplicant un empotrament, però en realitat el funcionament del sistema no es comportarà així, degut a que la barra longitudinal permetrà un gir relatiu a la barra transversal.

Es pot observar que la barra transversal i, especialment la zona crítica, correspondrà a un límit elàstic similar al calculat anteriorment.

- **Estudi 4:**

Els resultats obtinguts sota les forces de l'Estudi 4 són:

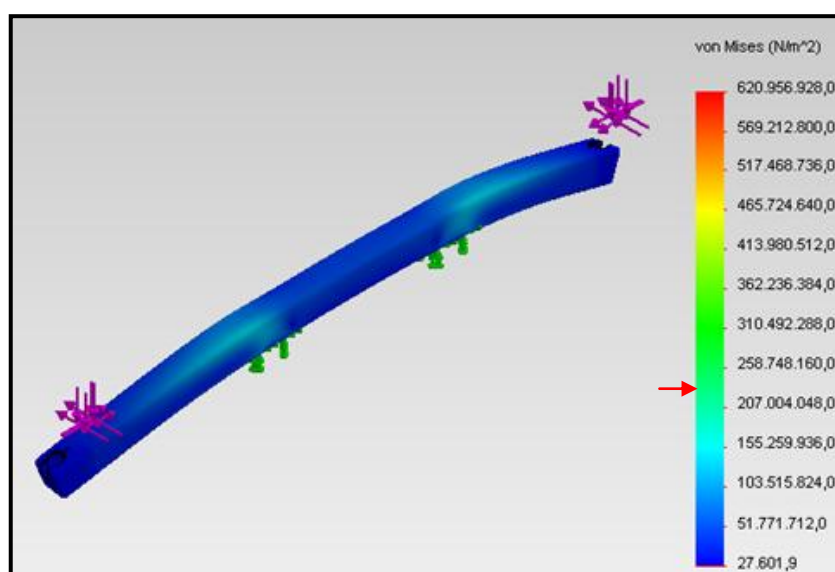


Figura 83. Anàlisi 3D Solidworks de l'Estudi 4.

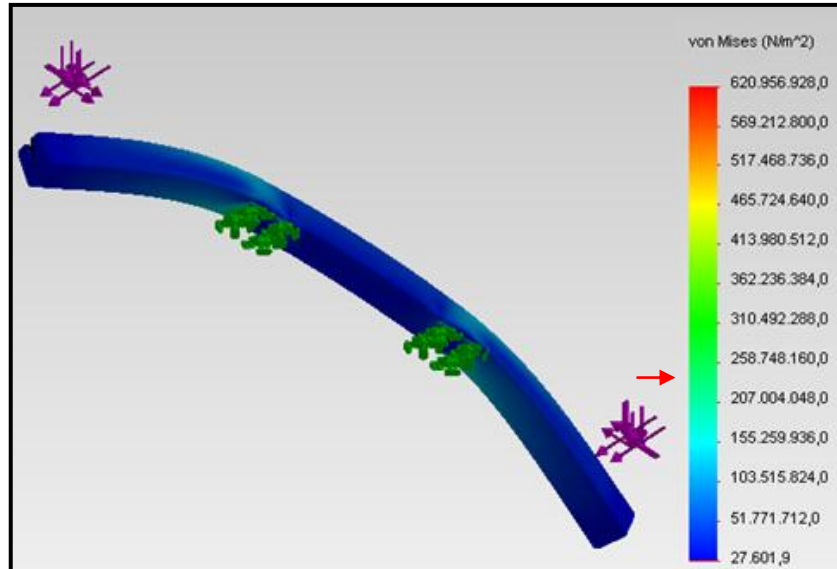


Figura 84. Anàlisi 3D Solidworks de l'Estudi 4.

El límit elàstic necessari en la zona més crítica de la barra transversal en aquest cas serà de 355 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

Es pot observar que el límit elàstic màxim representat als gràfics anteriors mostra un valor molt superior al real. Això és degut a que el programa Solidworks obliga a restringir el sistema aplicant un empotrament, però en realitat el funcionament del sistema no es comportarà així, degut a que la barra longitudinal permetrà un gir relatiu a la barra transversal.

Es pot observar que la barra transversal i, especialment la zona crítica, correspondrà a un límit elàstic similar al calculat anteriorment.

- **Estudi 7:**

Els resultats obtinguts sota les forces de l'Estudi 7 són:

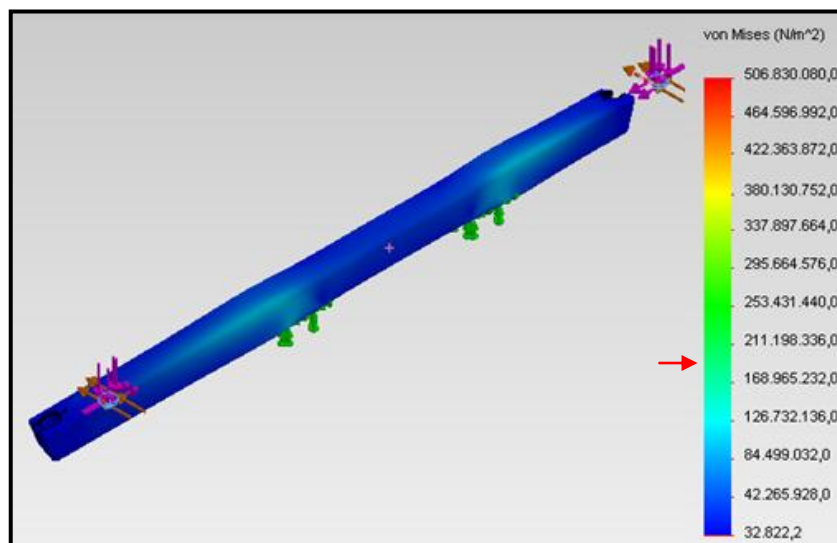


Figura 85. Anàlisi 3D Solidworks de l'Estudi 7.

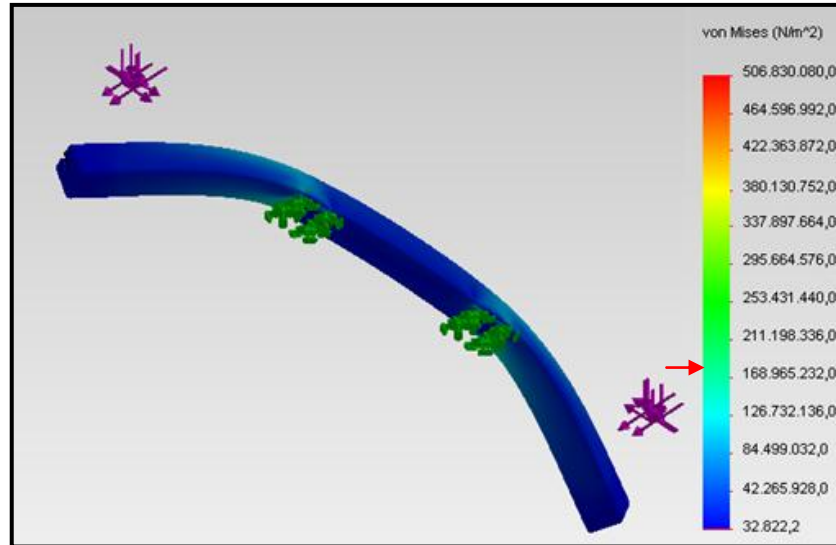


Figura 86. Anàlisi 3D Solidworks de l'Estudi 7.

El límit elàstic necessari en la zona més crítica de la barra transversal en aquest cas serà de 255 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

Es pot observar que el límit elàstic màxim representat als gràfics anteriors mostra un valor molt superior al real. Això és degut a que el programa Solidworks obliga a restringir el sistema aplicant un empotrament, però en realitat el funcionament del sistema no es comportarà així, degut a que la barra longitudinal permetrà un gir relatiu a la barra transversal.

Es pot observar que la barra transversal i, especialment la zona crítica, correspondrà a un límit elàstic similar al calculat anteriorment.

- Conclusions:

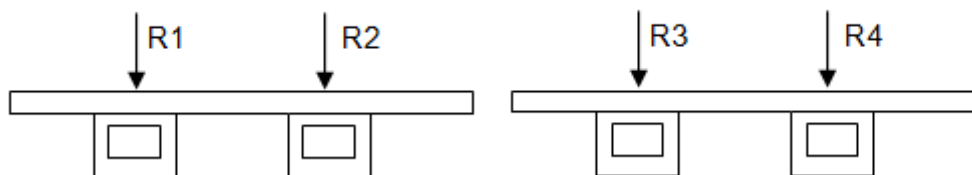
Dels resultats dels càlculs i anàlisis anteriors, es conclou que les barres transversals hauran de tenir un límit elàstic mínim de 355 MPa.

3.3. Càlculs de les Barres Longitudinals.

Per dimensionar les barres longitudinals, es realitzaran càlculs per determinar quin són els perfils o tipologies de materials a utilitzar.

3.3.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de la localització de les forces actuants serà la següent:



Transmissió de forces entre barra transversal i barres longitudinals a la part davantera del sistema

Transmissió de forces entre barra transversal i barres longitudinals a la part posterior del sistema

BI = Esforç de les barres interiors sobre la biga longitudinal

La força que actuarà sobre les barres longitudinals en els diferents escenaris estudiats seran les següents

	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R4 [kN]	BI [kN]
Posició Horitzontal	16,7	16,7	16,7	16,7	0
Descàrrega Posterior	0	0	10,7	10,7	10,0
Descàrrega Lateral dret	23,8	0	5,2	0	16,3
Aixecament Posterior	0	0	7,7	7,7	26,9
Aixecament Lateral dret	13,7	0	2,3	0	16,6

Taula 14. Resultats Estudi Barra Longitudinal.

Analitzant els casos anteriors, es pot observar que el cas més desfavorable serà el d'Aixecament Posterior amb un força tallant aplicada a la barra longitudinal de 26.9 kN.

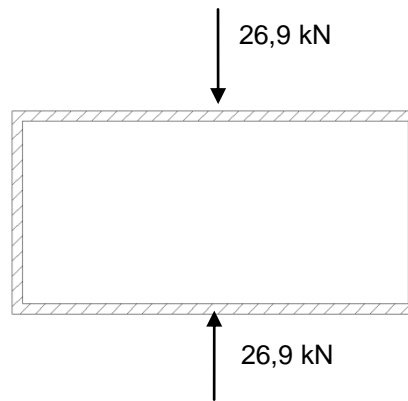


Figura 87. Secció barra longitudinal sota sol·licitació de força tallant

La secció crítica estarà sotmesa a:

- Força axial: 0 kN (absorbit per la soldadura)
- Força tallant: $26,9 \text{ kN}$
- Moment flector: $0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (recolzament continu)

A continuació es calcularà el límit elàstic mínim que haurà de tenir la barra longitudinal per resistir les sol·licitacions.

$$\tau = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \tau = \frac{4}{3} * \frac{26,9 \cdot 10^3}{Sr} \rightarrow \tau = \frac{35,87 \cdot 10^3}{Sr}$$

Com que el perfil d'acer de les barres longitudinals serà 120x80x3 mm, tindrà una secció resistent $Sr = 1140 \text{ mm}^2$, i amb un factor de seguretat de 1.5.

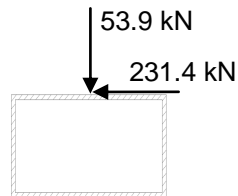
$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{35,87 \cdot 10^3}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{35,87 \cdot 10^3}{1140} \rightarrow \sigma_{el} \geq 95 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim de les barres longitudinals serà de 95 MPa.

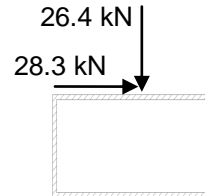
3.4. Càlculs de les Barres Interiors.

3.4.1. Càlculs realitzats

S'analitzarà l'esforç que realitza l'estructura interior sobre les barres interiors en el cas més desfavorable dels casos estudiats anteriorment: inici de l'aixecament posterior.



Esforços provinents de la part davantera de l'estructura portant, resultat de l'esforç del pistó hidràulic.



Esforços provinents de la part posterior de l'estructura portant, resultat de l'esforç del braç articulat.

S'observa que el cas més desfavorable serà durant el moment inicial de l'aixecament posterior, on s'haurà de resistir una força tallant vertical de 53.9 kN i una força horitzontal de 231.4 kN.

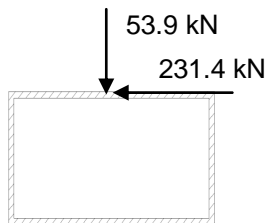
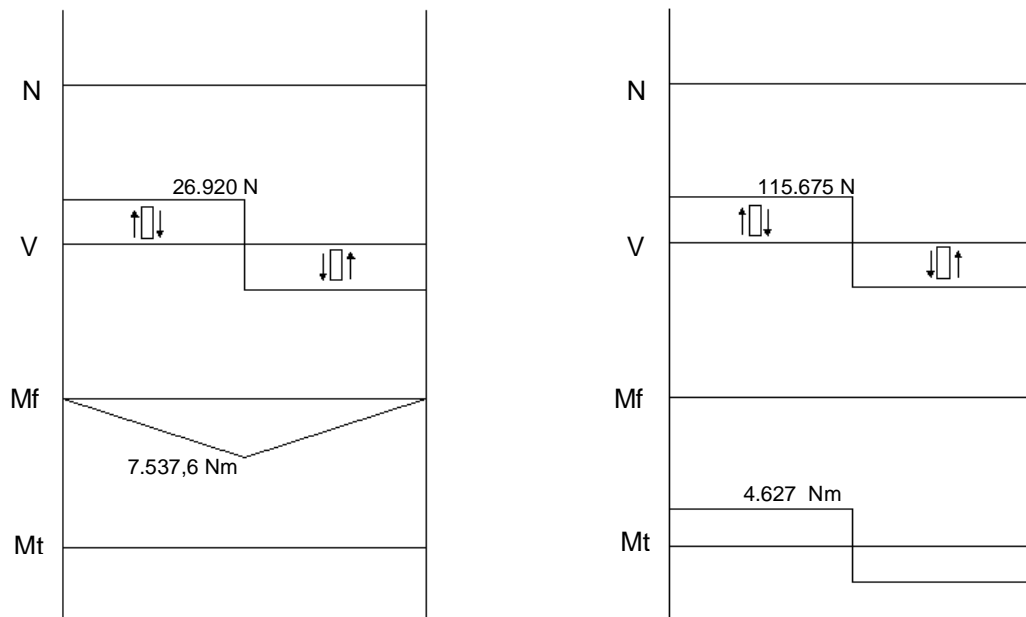


Figura 88. Secció barra interior sota sol·licitació de les forces actuant.



La secció crítica estarà sotmesa a:

- Força axial: 0 N
- Força tallant: 118.766 N
- Moment flector: 7.537,6 N·m
- Moment torçor: 4.627 N·m

A continuació es calcularà la secció mínima que haurà de tenir la barra interior per resistir les sol·licitacions.

- Resistència al moment flector:

$$\sigma = \frac{N}{Sr} + \frac{Mf}{W_z} \rightarrow \sigma = \frac{0}{Sr} + \frac{7.537,6 \cdot 10^3}{W_z} \rightarrow \sigma = \frac{7.537,6 \cdot 10^3}{W_z}$$

Com que es treballarà amb un perfil d'acer 120x80x8 amb un moment resistent $W_y = 108 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ i una secció resistent de 2720 mm, i es treballarà amb un factor de seguretat de 1.5, el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'acer serà de:

$$\sigma = \frac{7.537,6 \cdot 10^3}{W_z} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{7.537,6 \cdot 10^3}{108 \cdot 10^3} \rightarrow \sigma_{el} = 105 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà de tenir les barres interiors serà de 105 MPa

- Resistència a la força tallant i moment torçor:

$$\tau = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} + \frac{Mt}{W_t} \rightarrow \tau = \frac{4}{3} * \frac{118,8 \cdot 10^3}{Sr} + \frac{4.627 \cdot 10^3}{W_t}$$

Com que es treballarà amb un perfil d'acer 120x80x8 amb un moment resistent $W_t = 108 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ i una secció resistent de 2720 mm, i es treballarà amb un factor de seguretat de 1.5, el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'acer serà de:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{118,8 \cdot 10^3}{2720} + \frac{4.627 \cdot 10^3}{108 \cdot 10^3} \rightarrow \sigma_{el} = 303 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà de tenir les barres interiors serà de 303 MPa

3.4.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

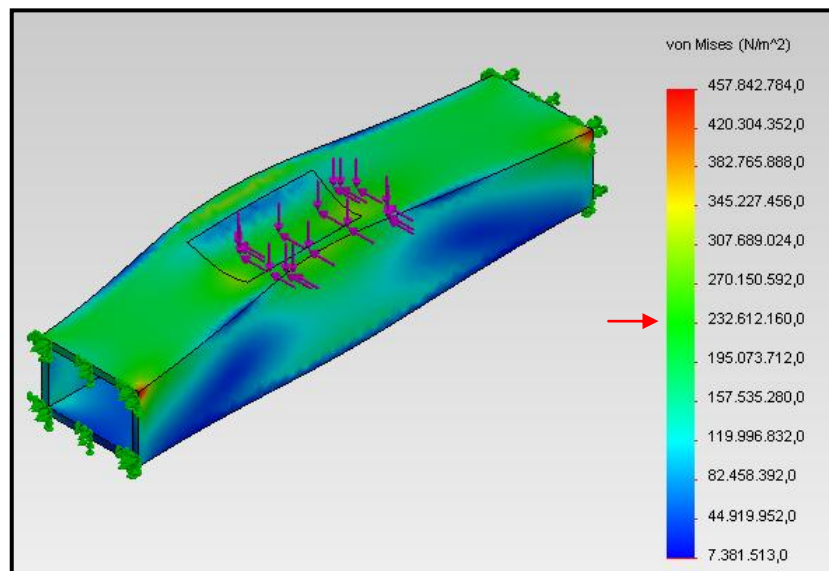


Figura 89. Analisis tensional 3D Solidworks.

Es pot observar que el límit elàstic màxim representat al gràfic anterior mostra un valor molt superior al real. Això és degut a que el programa Solidworks obliga a restringir el sistema aplicant un empotrament, però en realitat el funcionament del sistema no es comportarà així.

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de resistir serà de 348 MPa (aplicant un límit elàstic de 1.5).

3.5. Càlculs de la Ròtula.

3.5.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant a la ròtula serà la següent:

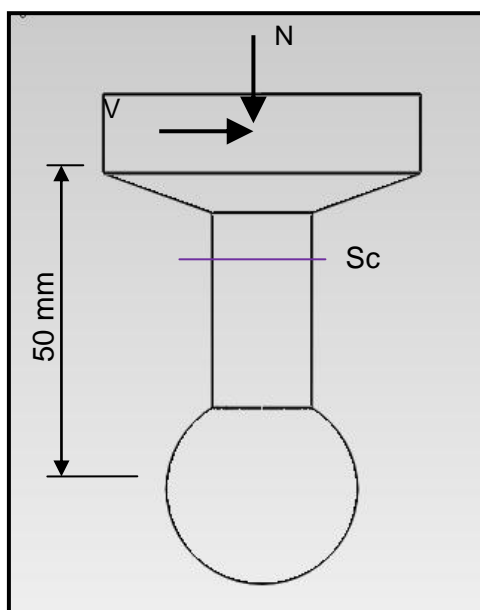


Figura 90. Representació de les forces actuant sobre la ròtula

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.1, es pot observar que els casos més desfavorables i, per tant, els casos que ens determinen les propietats crítiques pel dimensionament de les ròtules seran els Estudi 1 i 6.

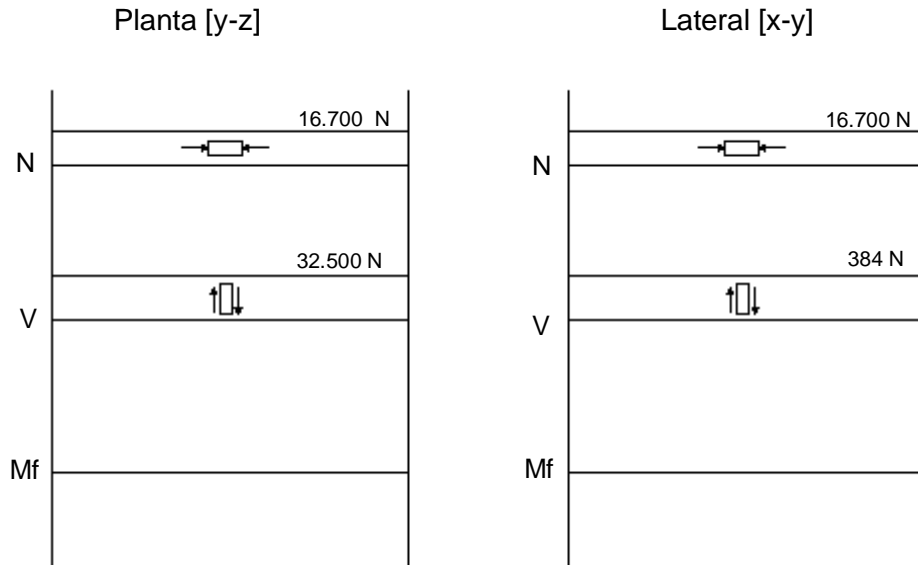
Estudi 1		Estudi 6	
X [N]	32.500	X [N]	39.200
Y [N]	16.700	Y [N]	7.700
Z [N]	384	Z [N]	12.900

Taula 15. Resultats estudi ròtula.

- **Estudi 1:**

A continuació, es calcularà quin és la secció mínima que hauran de tenir les ròtules per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar les ròtules seran:

- Axil: $N = 16.700 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{32.500^2 + 384^2} = 32.502,3 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0 \text{ (ròtula)}$

Procedint als càlculs, es sap que s'utilitzarà un acer F-113 amb un límit elàstic de 450 MPa i un Factor de Seguretat de 1.5.

- **Resistència a esforç axial:**

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{450}{1.5} = \frac{16.700}{\frac{\pi}{4} * d^2} \rightarrow d \geq 8,42 \text{ mm}$$

- **Resistència a esforç tallant:**

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * 450}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{32.502,3}{\frac{\pi}{4} * d^2} \rightarrow d \geq 19,18 \text{ mm}$$

- Resistència al vinclament:

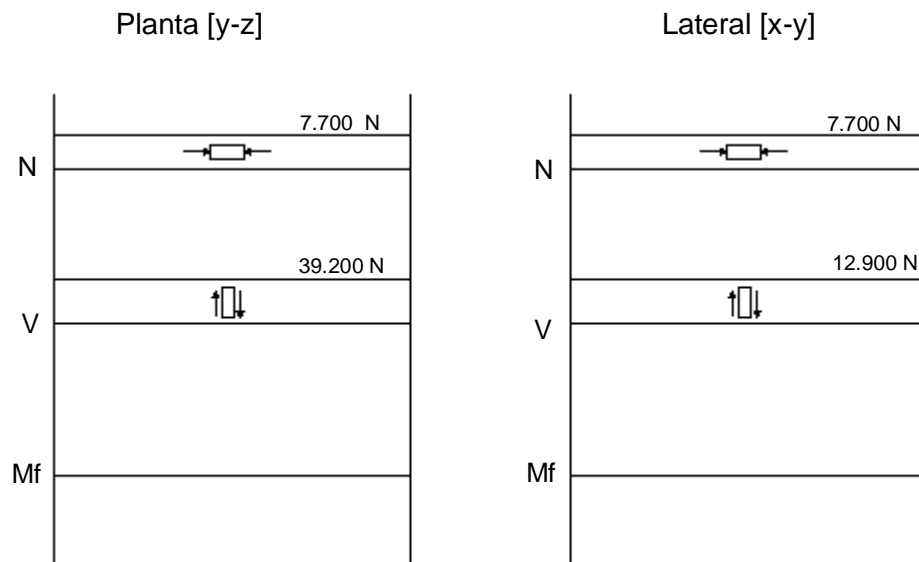
$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2.1 \cdot 10^5 * \frac{\pi}{64} * d^4}{50^2} = 1.5 * 16.700 \rightarrow d \geq 5 \text{ mm}$$

El diàmetre mínim del nervi de la ròtula necessari per resistir les forces de l'Estudi 1, a partir dels càlculs realitzats, serà de 19,18 mm.

- **Estudi 6:**

A continuació, es calcularà quin és la secció mínima que hauran de tenir les ròtules per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquet Estudi per dimensionar les ròtules seran:

- Axil: $N = 7.700 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{39.200^2 + 12.900^2} = 41.268 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0 \text{ (ròtula)}$

Procedint als càlculs, es sap que s'utilitzarà un acer F-113 amb un límit elàstic de 450 MPa i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{450}{1.5} = \frac{7.700}{\frac{\pi}{4} * d^2} \rightarrow d \geq 5,72 \text{ mm}$$

- Resistència a esforç tallant:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * 450}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{41.268}{\frac{\pi}{4} * d^2} \rightarrow d \geq 21,61 \text{ mm}$$

- Resistència al vinclament:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2.1 \cdot 10^5 * \frac{\pi}{64} * d^4}{50^2} = 1.5 * 16.700 \rightarrow d \geq 5 \text{ mm}$$

El diàmetre mínim del nervi de la ròtula necessari per resistir les forces de l'Estudi 1, a partir dels càlculs realitzats, serà de 21,61 mm.

3.5.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

- Estudi 1:

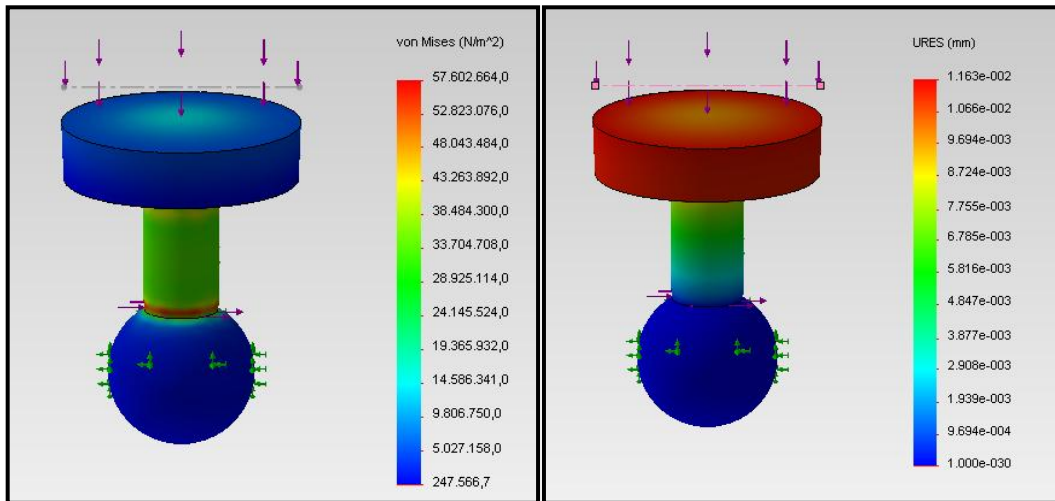


Figura 91. Anàlisis tensional 3D de la ròtula (Estudi 1).

- **Estudi 6:**

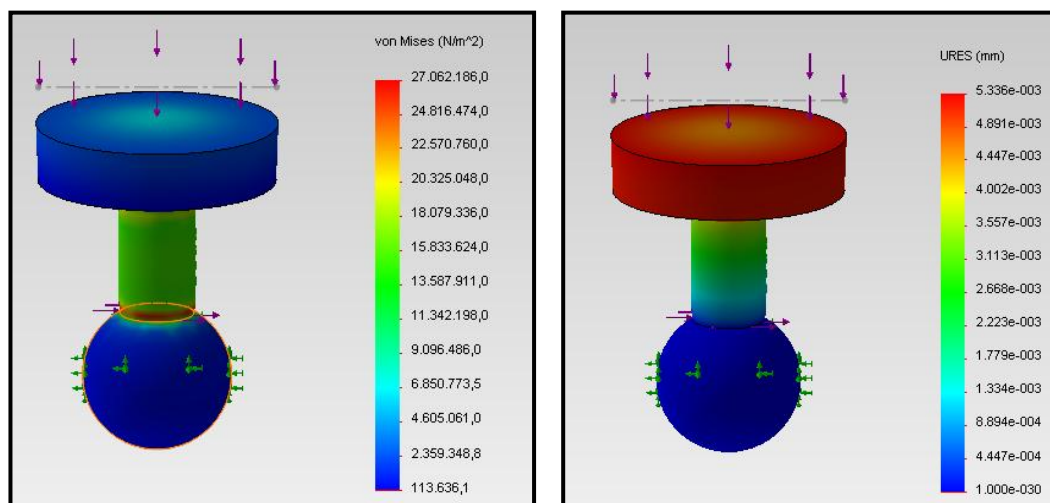


Figura 92. Anàlisi tensional 3D de la ròtula (Estudi 6).

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 86,4 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5) amb una secció de 25 mm de diàmetre.

3.6. Càlculs de l'Alotjament.

3.6.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant a l'alotjament serà la següent:

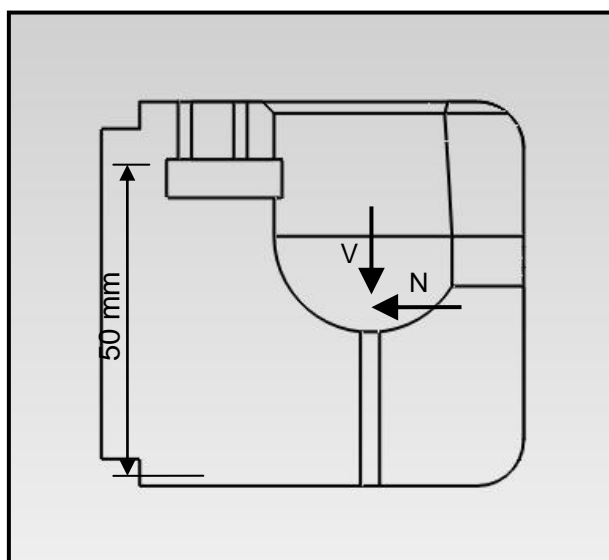


Figura 93. Representació de les forces actuant sobre l'alotjament.

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.1, es pot observar que els casos més desfavorables i, per tant, els casos que ens determinen les propietats crítiques pel dimensionament de l'allotjament seran els Estudi 1 i 6.

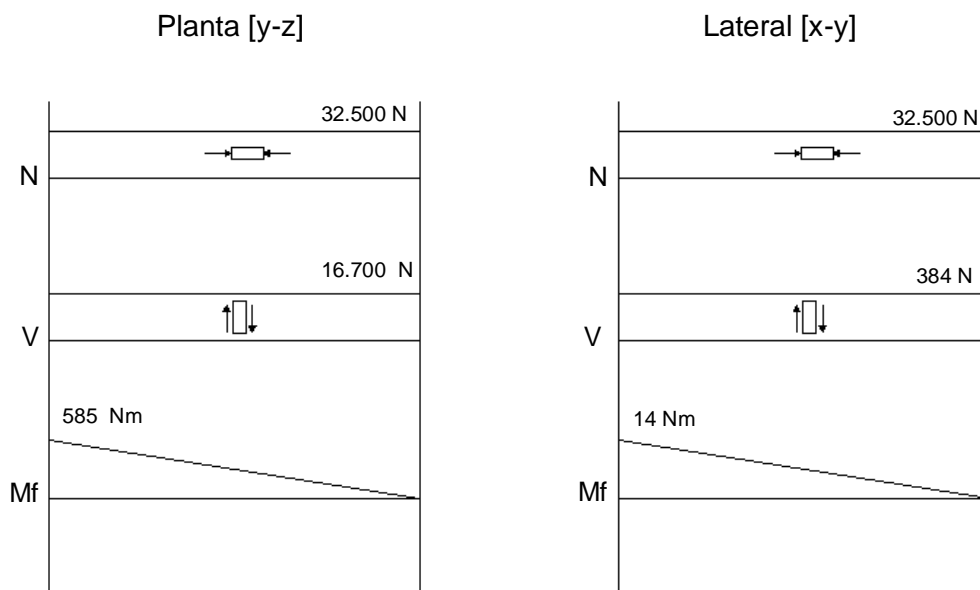
Estudi 1		Estudi 6	
X [N]	32.500	X [N]	39.200
Y [N]	16.700	Y [N]	7.700
Z [N]	384	Z [N]	12.900

Taula 16. Resultats estudi allotjament.

- **Estudi 1:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'allotjament per resistir les forces actuants en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'allotjament seran:

- Axil: $N = 32.500 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{16.700^2 + 384^2} = 16.704 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = \sqrt{585^2 + 14^2} = 585 \text{ Nm}$

Procedint als càlculs, sabent que la superfície resistent serà de 110x110 mm i que es treballarà amb un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{32.500}{110 \times 110} + \frac{585 \cdot 10^3}{\frac{110^3}{6}} \rightarrow \sigma_{el} \geq 5,32 \text{ MPa}$$

- Resistència a esforç tallant:

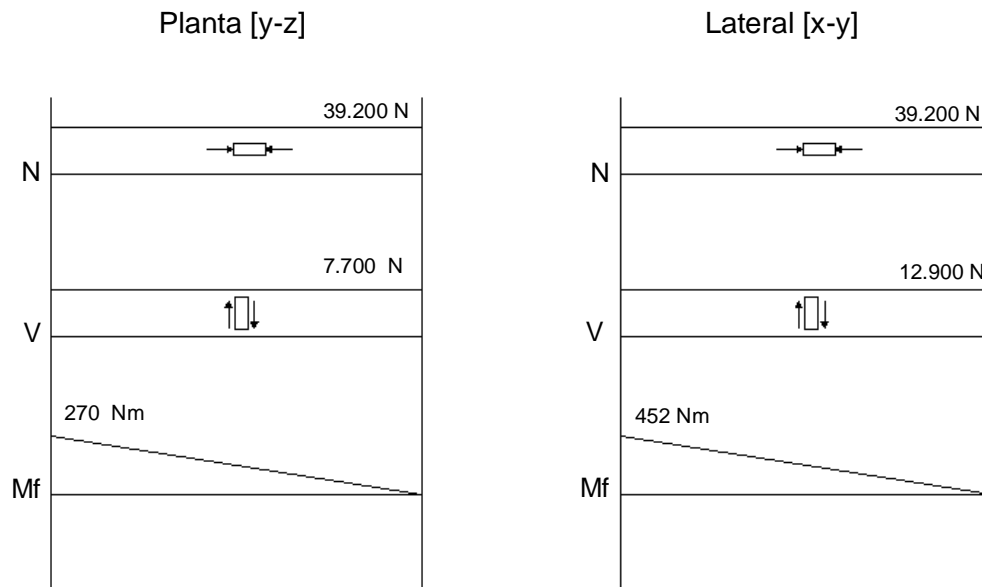
$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{16.704}{110 \times 110} \rightarrow \sigma_{el} \geq 5,52 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim de l'al·lotjament necessari per resistir les forces de l'Estudi 1, a partir dels càlculs realitzats, serà de 5,52 MPa.

- **Estudi 6:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'al·lotjament per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'al·lotjament seran:

- Axil: $N = 39.200 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{7.700^2 + 12.900^2} = 15.023 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = \sqrt{270^2 + 452^2} = 527 \text{ Nm}$

Procedint als càlculs, sabent que la superfície resistent serà de 110x110 mm i que es treballarà amb un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\sigma = \frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} + \frac{Mf}{W_x} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{39.200}{110 \times 110} + \frac{527 \cdot 10^3}{\frac{110^3}{6}} \rightarrow \sigma_{el} \geq 4,43 \text{ MPa}$$

- Resistència a esforç tallant:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{15.023}{110 \times 110} \rightarrow \sigma_{el} \geq 4,97 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim de l'allotjament necessari per resistir les forces de l'Estudi 1, a partir dels càlculs realitzats, serà de 4,97 MPa.

3.6.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

- Estudi 1:

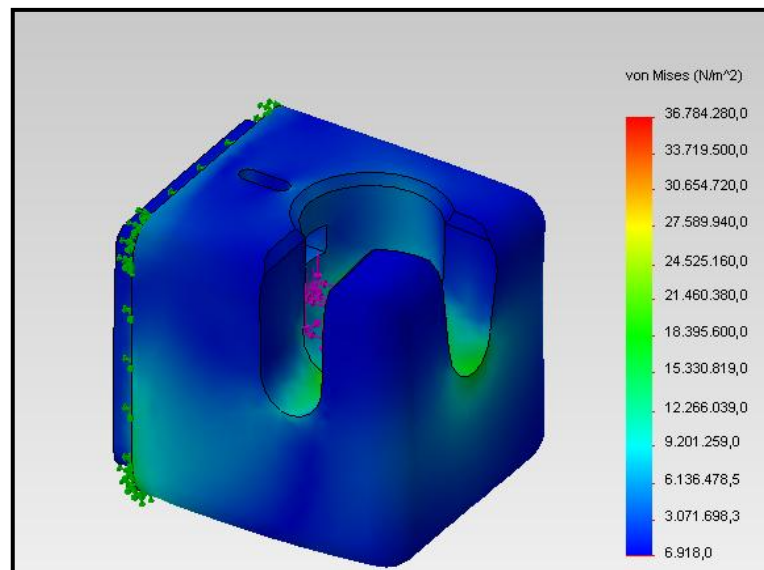


Figura 94. Anàlisi tensional 3D de l'Allotjament (Estudi 1).

- **Estudi 6:**

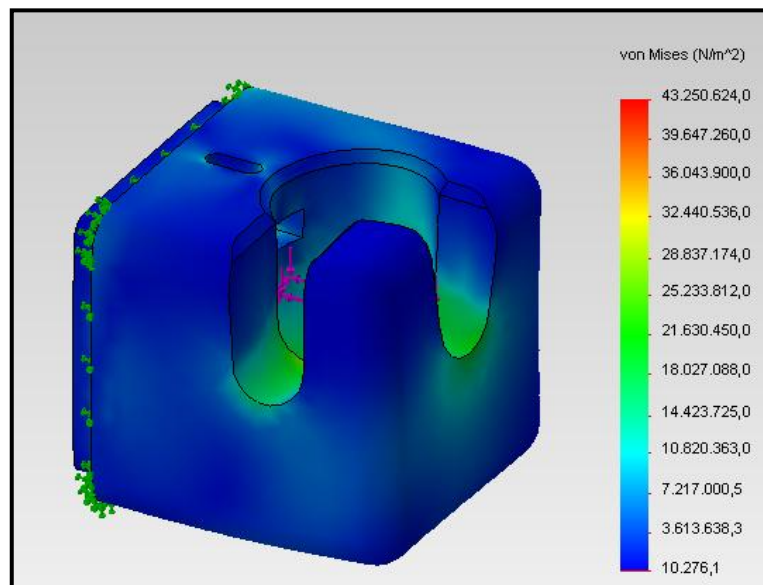


Figura 95. Anàlisi tensional 3D de l'Allotjament (Estudi 6).

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 65 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.7. Càlculs del Sistema de Basculació central de la caixa.

3.7.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant serà la següent:

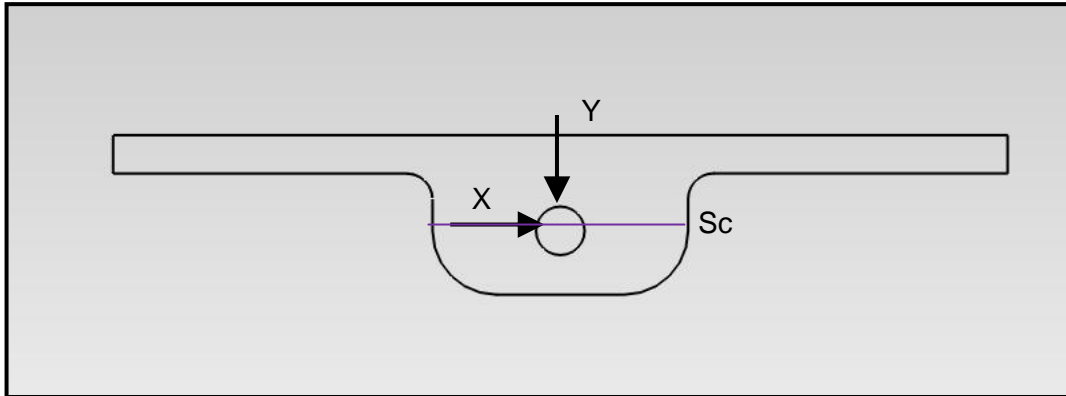


Figura 96. Representació de les forces actuant sobre el Sistema de Basculació central

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.1, es pot observar que els casos més desfavorables i, per tant, els casos que determinen les propietats crítiques pel dimensionament de l'element seran els Estudi 6 i 7.

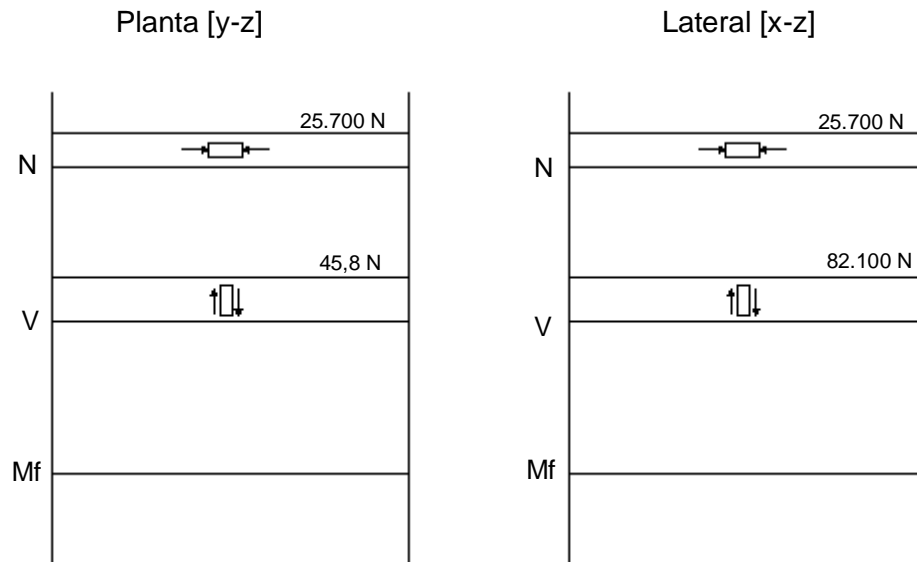
Estudi 6		Estudi 7	
X [N]	45,8	X [N]	25.500
Y [N]	82.100	Y [N]	50.700
Z [N]	25.700	Z [N]	18.200

Taula 17. Resultats estudi Sistema de Basculació Central de la Caixa.

- **Estudi 6:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 25.700 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{45,8^2 + 82.100^2} = 82.100 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $(200-40) \times 50 = 8.000 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{25.700}{8000} \rightarrow \sigma_{el} \geq 4,82 \text{ MPa}$$

- Resistència a esforç tallant:

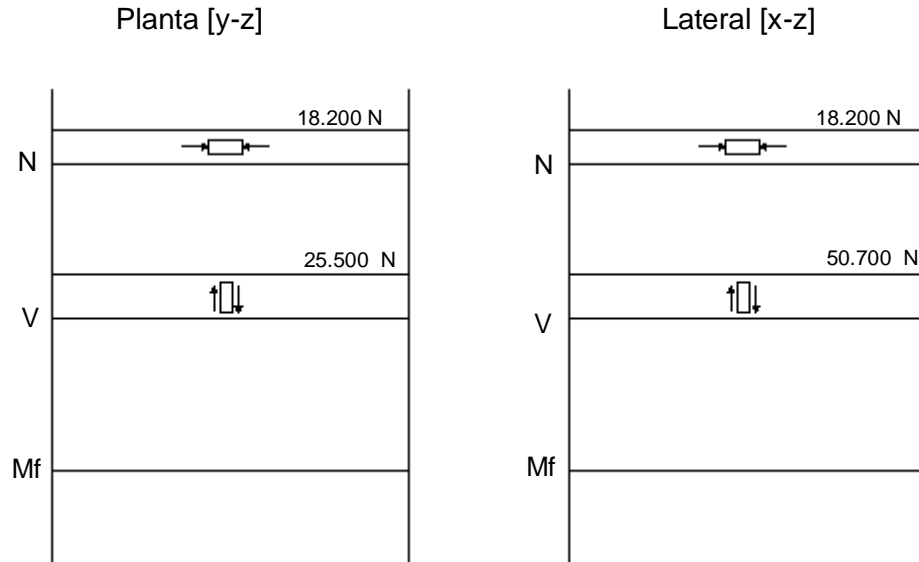
$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{3}{2} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{3}{2} * \frac{82.100}{8000} \rightarrow \sigma_{el} \geq 46,18 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 6, a partir dels càlculs realitzats, serà de 46,18 MPa.

- **Estudi 7:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquet Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 18.200 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{25.500^2 + 50.700^2} = 56.751,6 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $(200-40) \times 50 = 8.000 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{18.200}{8000} \rightarrow \sigma_{el} \geq 3,41 \text{ MPa}$$

- Resistència a esforç tallant:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{3}{2} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{3}{2} * \frac{56.751,6}{8.000} \rightarrow \sigma_{el} \geq 31,92 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà de tenir l'acer per resistir les forces de l'Estudi 7, a partir dels càlculs realitzats, serà de 31,92 MPa.

3.7.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

- **Estudi 6:**

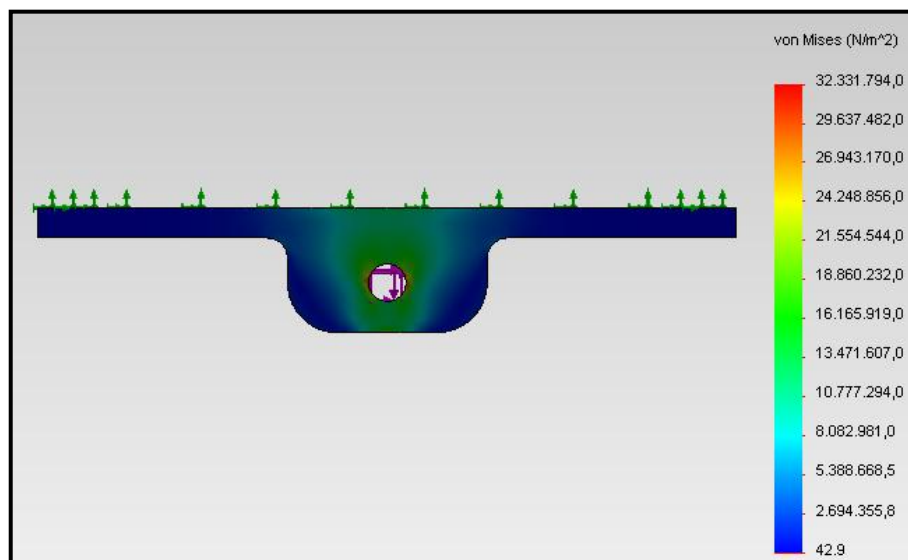


Figura 97. Anàlisi tensional 3D del suport central de basculació de la caixa (Estudi 6).

- **Estudi 7:**

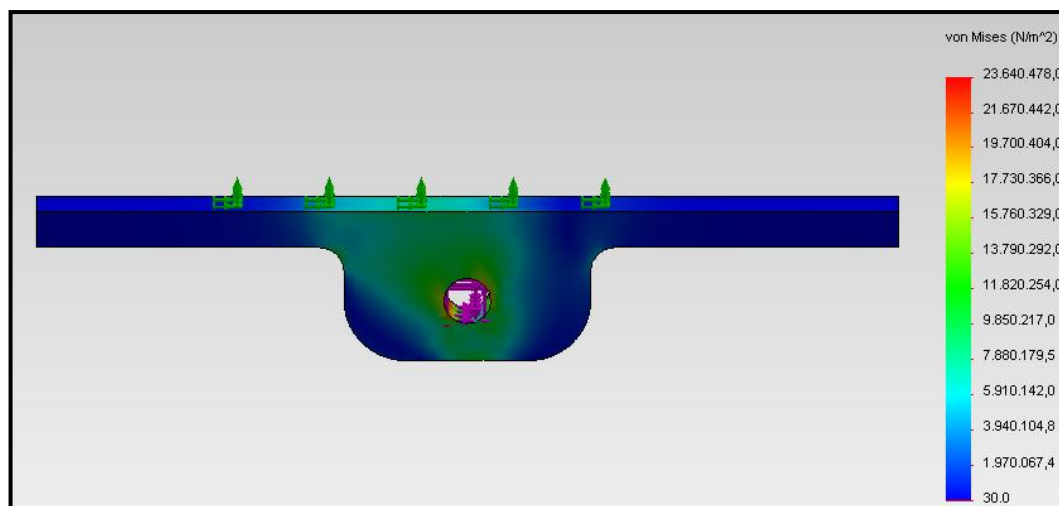


Figura 98. Anàlisi tensional 3D del suport central de basculació de la caixa (Estudi 7).

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 86,4 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.8. Càlculs del Sistema de fixació Caixa - Sistema d'elevació.

3.8.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant serà la següent:

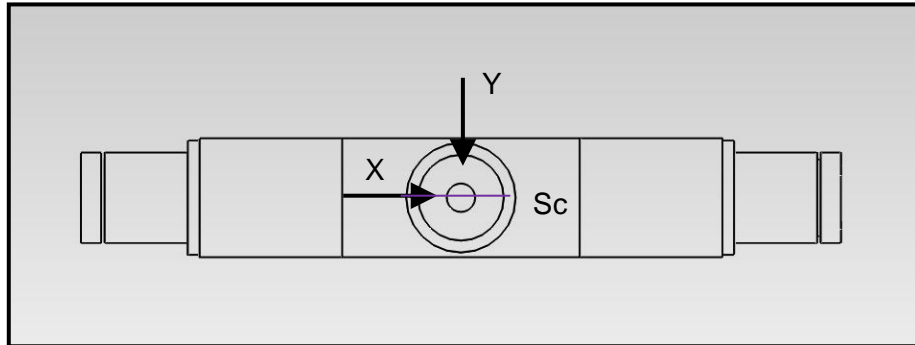


Figura 99. Representació de les forces actuant sobre el Sistema de Fixació Caixa - Sist. Elevació

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.1, es pot observar que els casos més desfavorables i, per tant, els casos que determinen les propietats crítiques pel dimensionament de l'element seran els Estudi 6 i 7.

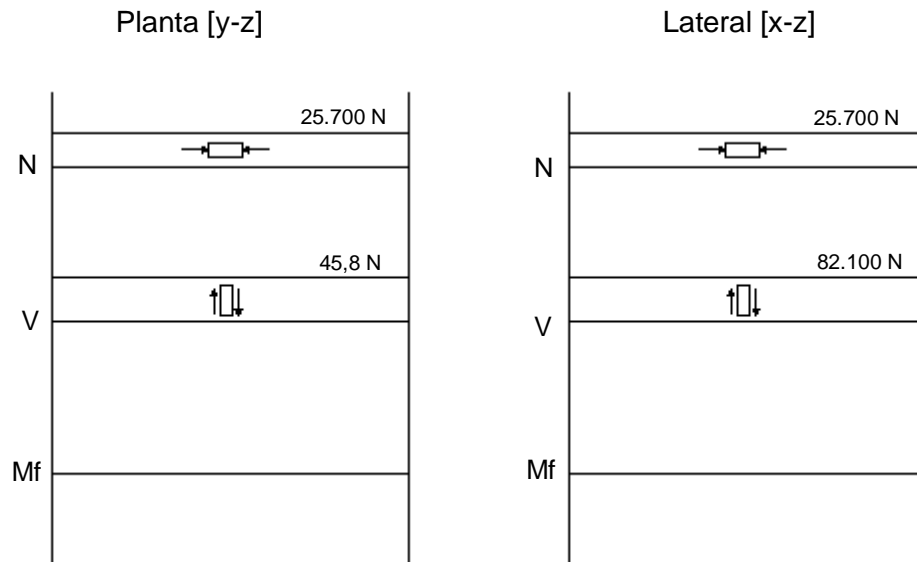
Estudi 6		Estudi 7	
X [N]	45,8	X [N]	25.500
Y [N]	82.100	Y [N]	50.700
Z [N]	25.700	Z [N]	18.200

Taula 18. Resultats estudi Sistema de Fixació Caixa- Sistema d'Elevació.

- **Estudi 6:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 25.700 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{45,8^2 + 82.100^2} = 82.100 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $904,8 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{25.700}{904.8} \rightarrow \sigma_{el} \geq 42,6 \text{ MPa}$$

- Resistència a esforç tallant:

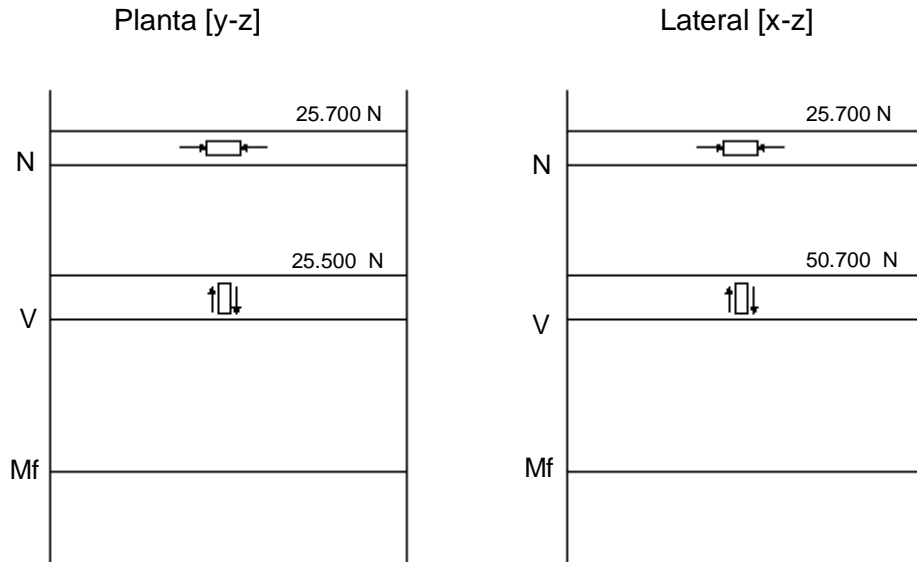
$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{82.100}{\frac{\pi}{4} * (36^2 - 12^2)} \rightarrow \sigma_{el} \geq 363 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 6, a partir dels càlculs realitzats, serà de 363 MPa.

- **Estudi 7:**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 25.700 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{25.500^2 + 50.700^2} = 56.751,6 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $904,78 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{25.700}{904.8} \rightarrow \sigma_{el} \geq 42,6 \text{ MPa}$$

- Resistència a esforç tallant:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{56.751,6}{8.000} \rightarrow \sigma_{el} \geq 251 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 7, a partir dels càlculs realitzats, serà de 251 MPa.

3.8.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

- Estudi 6:

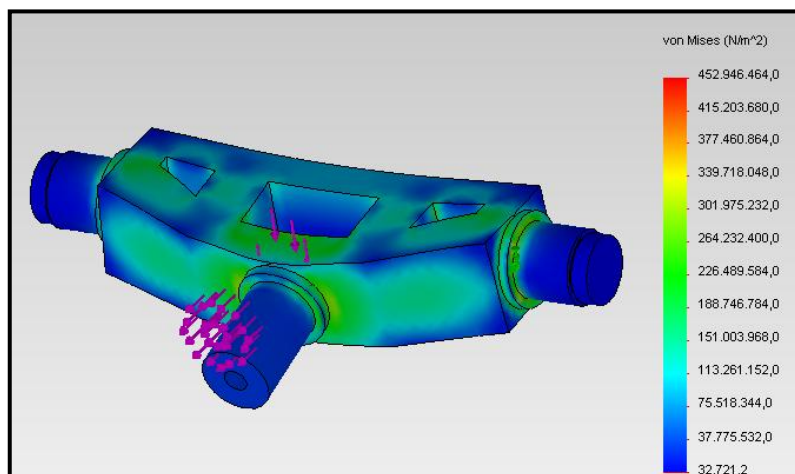


Figura 100. Anàlisi tensional 3D del suport central de basculació de la caixa (Estudi 6).

- Estudi 7:

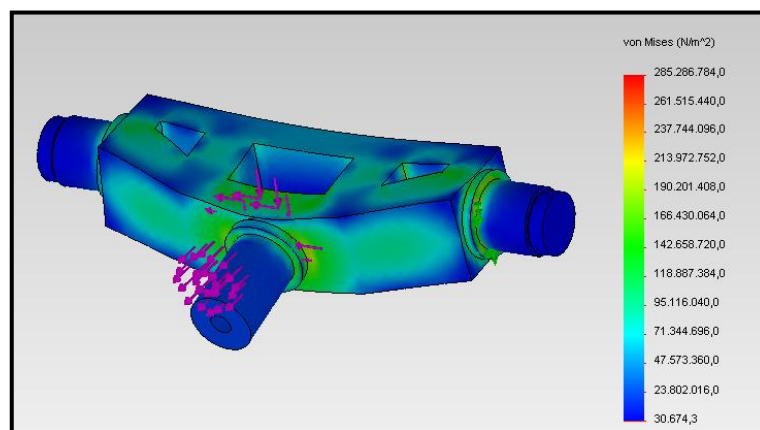


Figura 101. Anàlisi tensional 3D del suport central de basculació de la caixa (Estudi 7).

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 679,5 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.9. Càlculs del Plat de pressió.

3.9.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuants serà la següent:

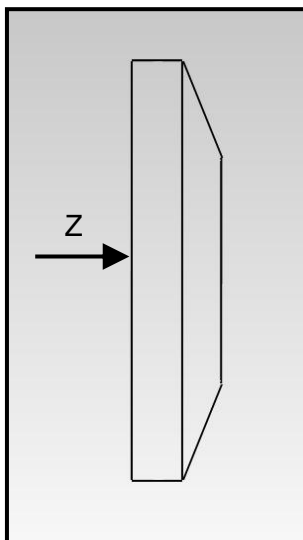


Figura 102. Representació de les forces actuants sobre el Plat de pressió.

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.1, es pot observar que el cas més desfavorable i, per tant, el cas que determina les propietats crítiques pel dimensionament del plat de pressió serà l'Estudi 6.

Estudi 6	
X [N]	45,8
Y [N]	82.100
Z [N]	25.700

Taula 19. Resultats estudi Plat de Pressió.

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir el plat de pressió per resistir les forces actuants

Per tant, les sol·licitacions d'aquet Estudi per dimensionar les barres seran:

- Axil: $N = 25.700 \text{ N}$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $459,46 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{S_r} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{25.700}{\frac{\pi}{4} * (27^2 - 12^2)} \rightarrow \sigma_{el} \geq 83,9 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 6, a partir dels càlculs realitzats, serà de 83,9 MPa.

3.9.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

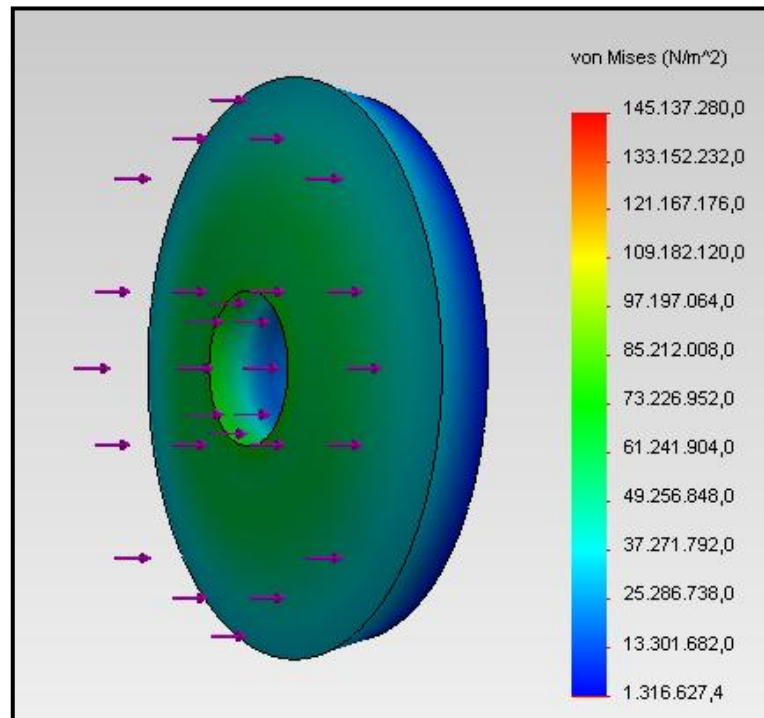


Figura 103. Anàlisi tensional 3D del Plat de pressió.

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 217,7 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.10. Anàlisis distribució de forces al Sistema d'elevació.

3.10.1. Estudi "Inici d'Aixecament"

Analitzant la posició dels diferents elements en l'inici de l'aixecament del sistema d'elevació.

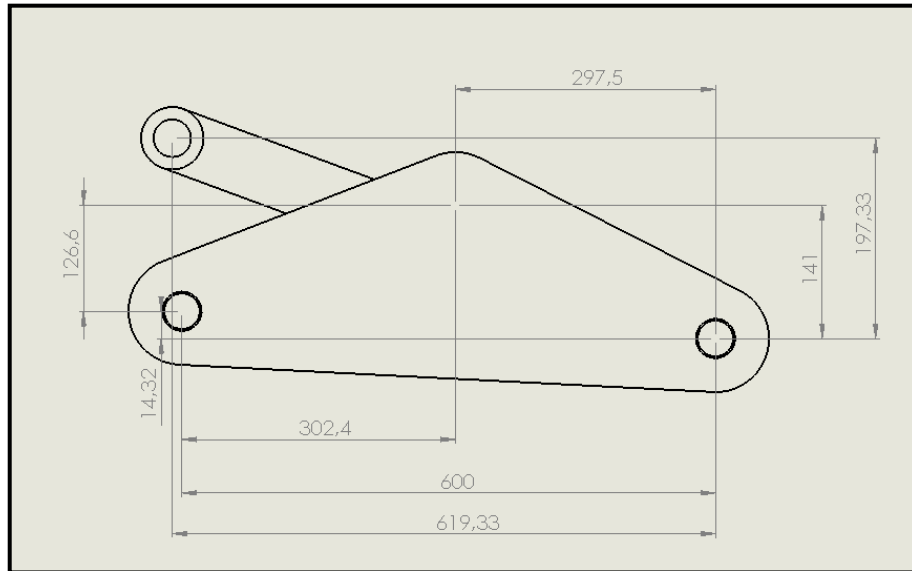
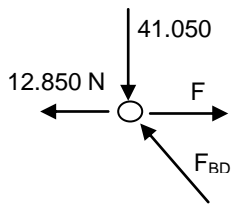


Figura 104. Posició dels elements del sistema d'elevació a l'inici de l'aixecament.

- Anàlisis Node D:



$$41.050 = F_{BD} * \sin(17,67^\circ) \rightarrow F_{BD} = 135.240 \text{ N}$$

$$F = 25.700 + 135.240 * \cos(17,67) \rightarrow F = 154.560 \text{ N}$$

- Anàlisis de Moment del punt C:

$$\begin{aligned} \Sigma M_C = 0 \rightarrow & -F_{BD} * \sin(17,67) * 0,6 + F_{BD} * \cos(17,67) * 14,32 \cdot 10^{-3} + F_p \\ & * \cos(13,1) * 0,1266 + F_p * \sin(13,1) * 0,3024 = 0 \end{aligned}$$

$$F_p = 118.766 \text{ N}$$

- Càlcul de les reaccions en C:

$$F_{cx} = F_p * \cos(13,1) - F_{BD} * \cos(17,67) \rightarrow F_{cx} = 13.184,22 \text{ N}$$

$$F_{cy} = F_p * \sin(13,1) - F_{BD} * \sin(17,67) \rightarrow F_{cy} = 14.131,5 \text{ N}$$

3.10.2. Estudi "Descàrrega Lateral"

Analitzant la posició dels diferents elements en la descàrrega lateral del sistema d'elevació.

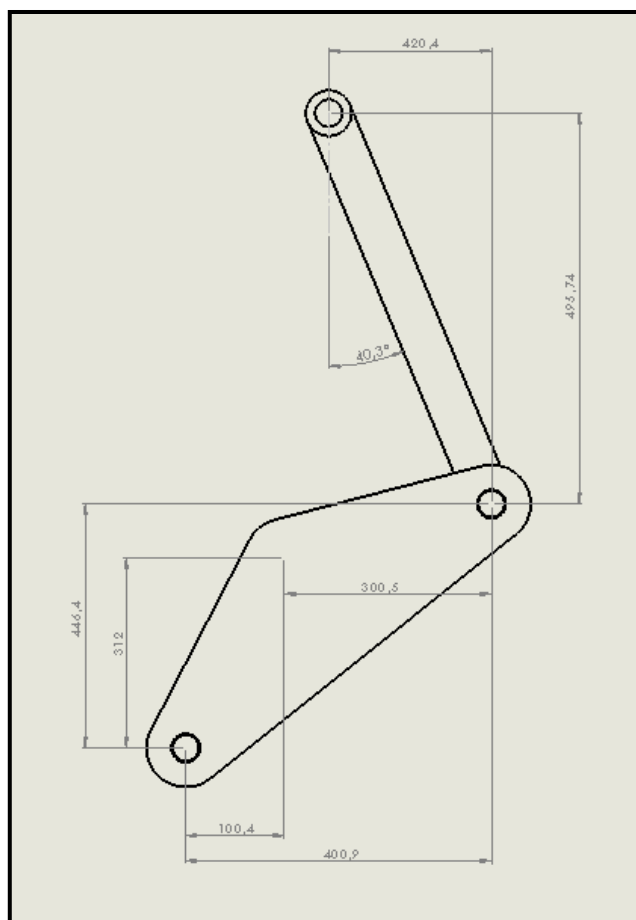
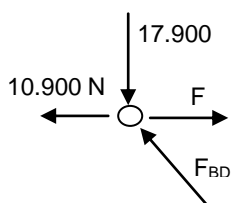


Figura 105. Posició dels elements del sistema d'elevació a la descàrrega lateral

- Anàlisi Node D:



$$17.900 = F_{BD} * \sin(40,3^\circ) \rightarrow F_{BD} = 23.469,8 \text{ N}$$

$$F_{BD} * \sin(40,3) = 10.900 + F \rightarrow F = 4.280 \text{ N}$$

- Anàlisi de Moment del punt C:

$$\Sigma M_C = 0 \rightarrow -F_{BD} * \sin(40,3) * 0,4464 - F_{BD} * \cos(40,3) * 0,4009 + F_p * \cos(22,5) * 0,312 + F_p * \sin(22,5) * 0,1004 = 0$$

$$F_p = 42.710,6 \text{ N}$$

- Càlcul de les reaccions en C:

$$F_p * \cos(22,5) = F_{BD} * \sin(40,3) + F_{cx} \rightarrow F_{cx} = 13.184,22 \text{ N}$$

$$F_{cy} + F_{BD} * \cos(40,3) = F_p \sin(22,5) \rightarrow F_{cy} = -1.555,26 \text{ N}$$

3.10.3. Estudi "Descàrrega Posterior"

Analitzant la posició dels diferents elements en lla descàrrega posterior del sistema d'elevació.

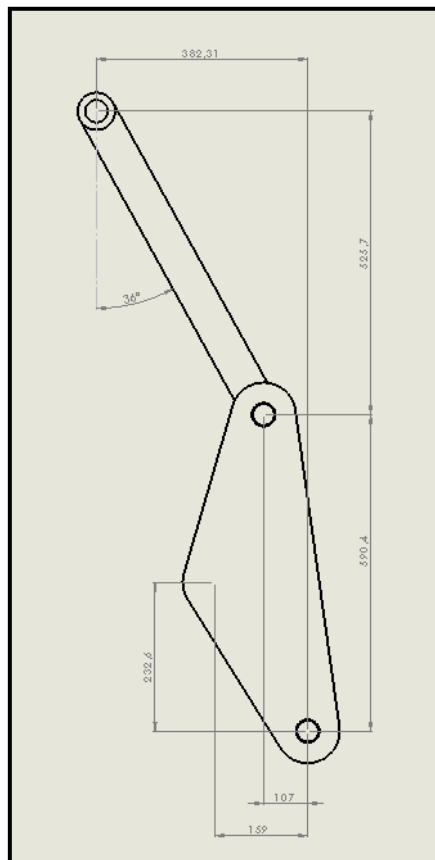
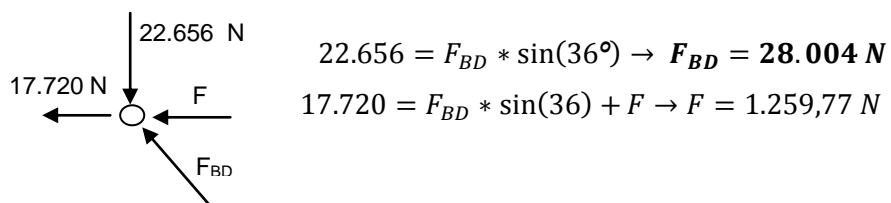


Figura 106. Posició dels elements del sistema d'elevació a la descàrrega posterior.

- Anàlisi Node D:



- Anàlisi de Moment del punt C:

$$\Sigma M_C = 0 \rightarrow -F_{BD} * \sin(36) * 0.590428 + F_{BD} * \cos(36) * 0,107 + F_p * \cos(14,67) * 0,2326 - F_p * \sin(14,67) * 0,159 = 0$$

$$F_p = 39.480 \text{ N}$$

- Càlcul de les reaccions en C:

$$F_p * \cos(14,67) = F_{BD} * \sin(36) + F_{cx} \rightarrow F_{cx} = 21.733 \text{ N}$$

$$F_{cy} + F_p * \sin(14,67) = F_{BD} * \cos(36) \rightarrow F_{cy} = 12.657,34 \text{ N}$$

3.11. Càlculs del Braç Superior.

3.11.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuants serà la següent:

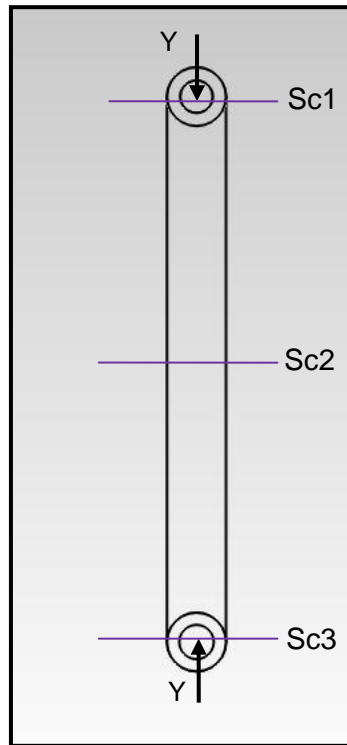


Figura 107. Representació de les forces actuants sobre el Braç Superior

Analitzant els estudis realitzats al Capítol 3.10, es pot observar que el cas més desfavorable i, per tant, el cas que determina les propietats crítiques pel dimensionament de l'element serà l'Aixecament Inicial.

Estudis crítics	
Inici Aixecament	135.240 N
Descàrrega Posterior	28.004 N
Descàrrega Lateral	23.470 N

Taula 20. Resultats estudi Braç Superior.

Es pot observar que el Braç Superior estarà sotmès a un esforç axial més elevat en el cas de l'Inici de l'Aixecament.

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuants en aquest cas.

Per tant, les sol·licitacions del Braç Superior seran:

- Axil: $N = 135.240 \text{ N}$
- Tallant: $V = 0 \text{ N}$
- Moment flector: $M_f = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la menor superfície resistent serà de 910 mm^2 , i un Factor de Seguretat de 1.5.

- $Sc1 = 980 \text{ mm}^2$
- $Sc2 = 2.120 \text{ mm}^2$
- $Sc3 = 910 \text{ mm}^2$

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{135.240}{910} \rightarrow \sigma_{el} \geq 223 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi sol·licitacions, a partir dels càlculs realitzats, serà de 223 MPa.

▪ Resistència a vinclament:

Per últim, caldrà assegurar-se que l'esforç axial aplicat no la deformarà entre els dos extrems, degut a una elevada distància.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2.1 \cdot 10^5 * \frac{30^3 * 70}{12} * \emptyset^4}{650^2} = 772.632 \text{ N} > 135.240 \text{ N}$$

3.11.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

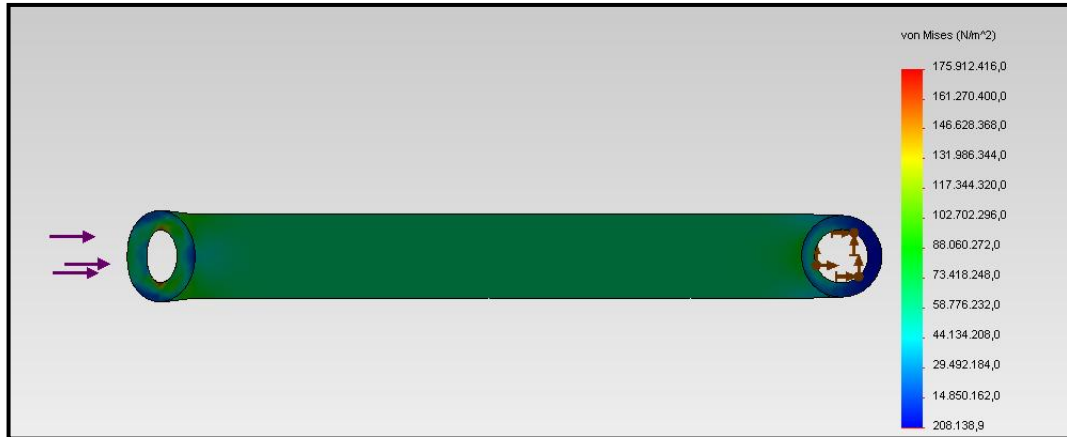


Figura 108. Anàlisi tensional 3D del Braç Superior.

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 264 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.12. Càlculs del Braç Inferior.

3.12.1. Càlcul resistent

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuantes serà la següent, en els diferents casos estudiats al Capítol 3.10.

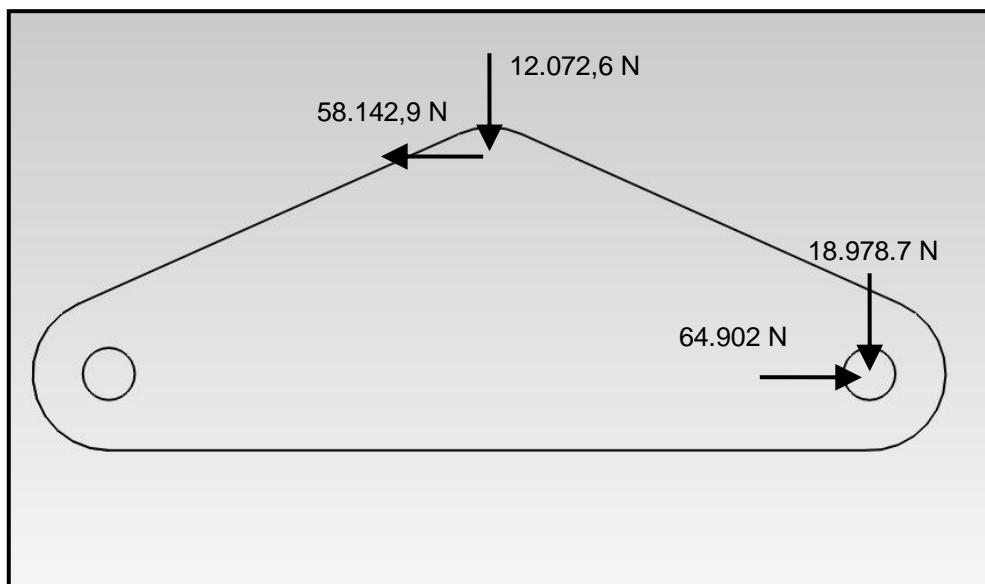


Figura 109. Representació de les forces sobre el Braç Inferior (cas Inici Aixecament)

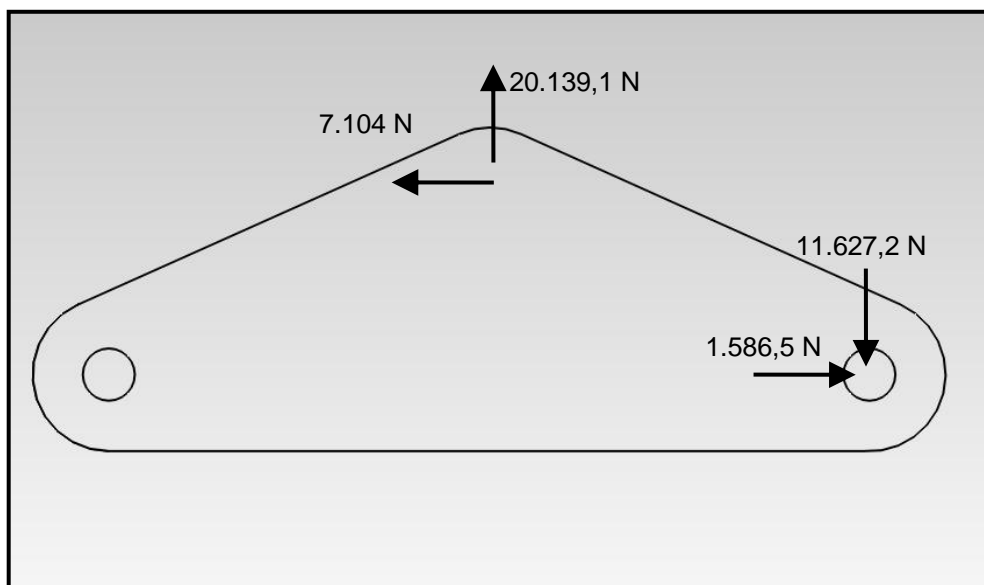


Figura 110. Representació de les forces sobre el Braç Inferior (cas descàrrega lateral)

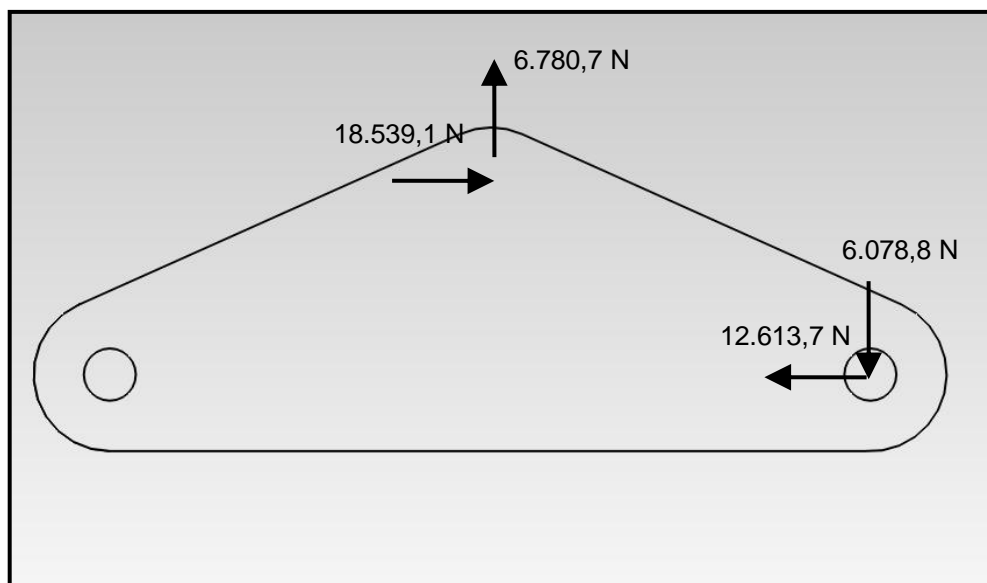


Figura 111. Representació de les forces sobre el Braç Inferior (cas descàrrega posterior)

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks, ja que un càlcul empíric es molt complicat realitzar-ho amb precisió.

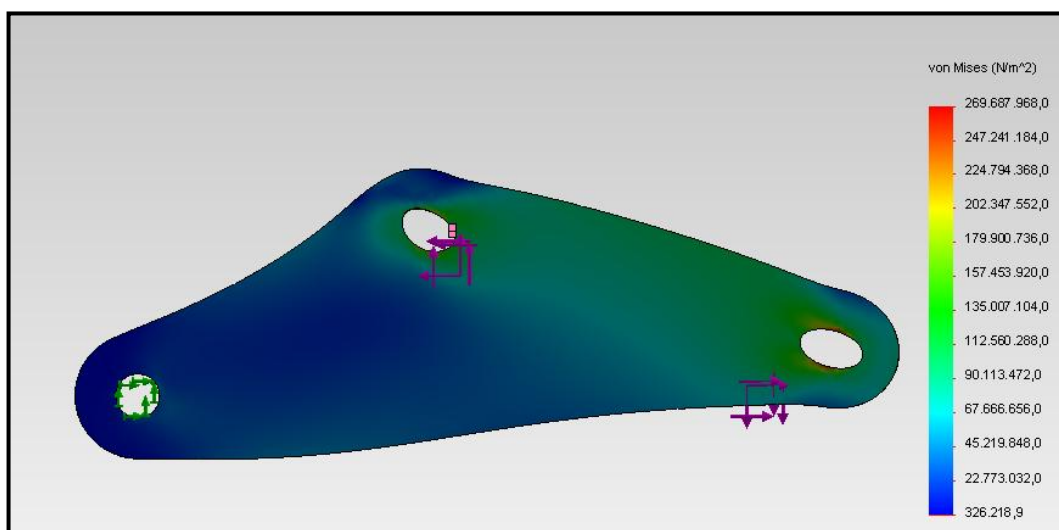


Figura 112. Anàlisi tensional 3D del Braç Superior.

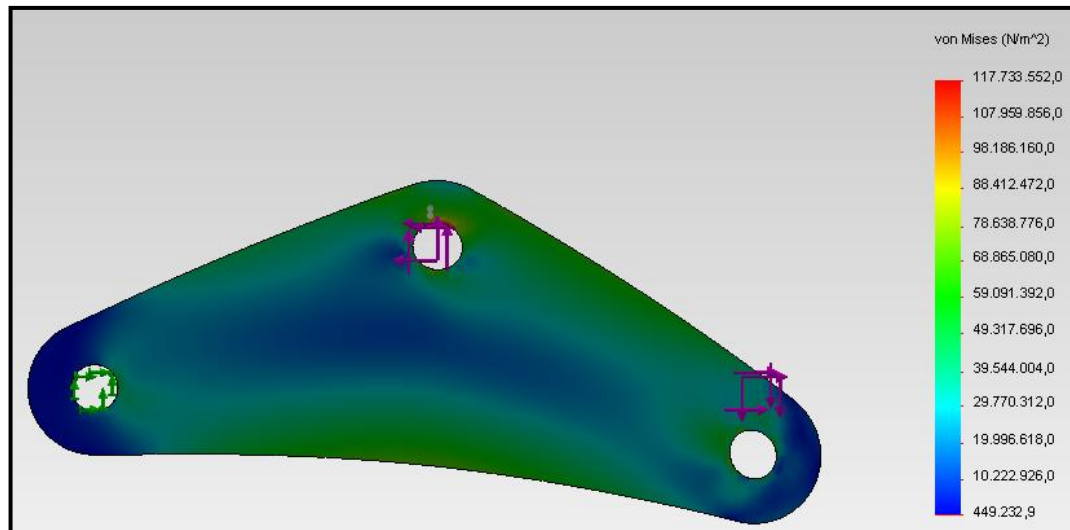


Figura 113. Anàlisi tensional 3D del Braç Superior.

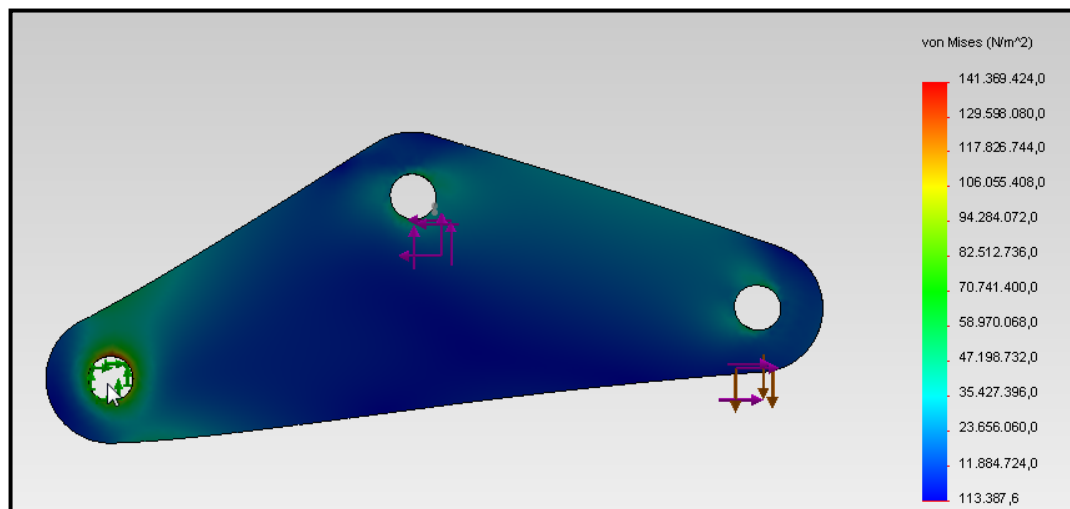


Figura 114. Anàlisi tensional 3D del Braç Superior.

3.12.2. Càlcul vinclament, rigidesa i deformació.

A continuació es realitzarà el estudi de vinclament, rigidesa i deformació al qual es veurà afectat el Braç Inferior en la pitjor situació de treball.

Es comprovarà el desplaçament màxim que patirà el Braç Inferior en un sistema de làmina, o al conjunt total (importància d'instal·lar el perfil d'acer a la part inferior del Braç)

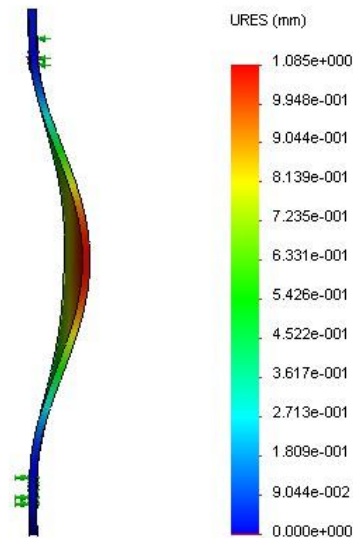


Figura 115. Anàlisi tensional 3D del Braç Inferior (perfil únic).

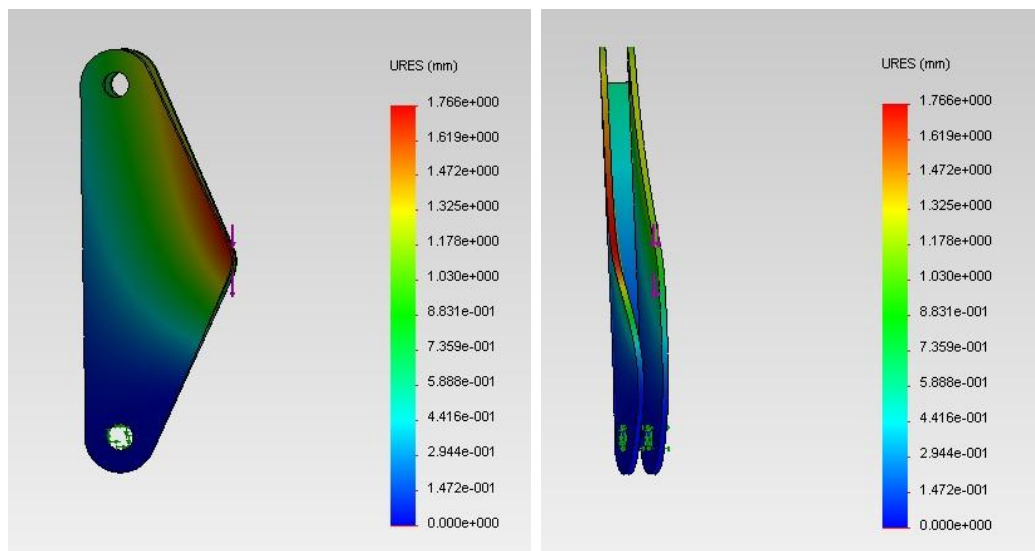


Figura 116. Anàlisi tensional 3D del Braç Inferior (conjunt).

Finalment, es pot comprovar que el desplaçament es menor, sempre dins del límits imposats, en el cas de l'instal·lació del perfil d'acer inferior al Braç.

Per tant, després de l'anàlisi 3D realitzats en els tres casos, es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 1000 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5) per assegurar que no es patirà vinclament, que la rigidesa del sistema és adequada i que les deformacions del treball no afecten a la seva funcionalitat.

3.13. Càlculs del Suport de l'eix posterior.

3.13.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant serà la següent, en els diferents casos estudiats al Capítol 3.10.

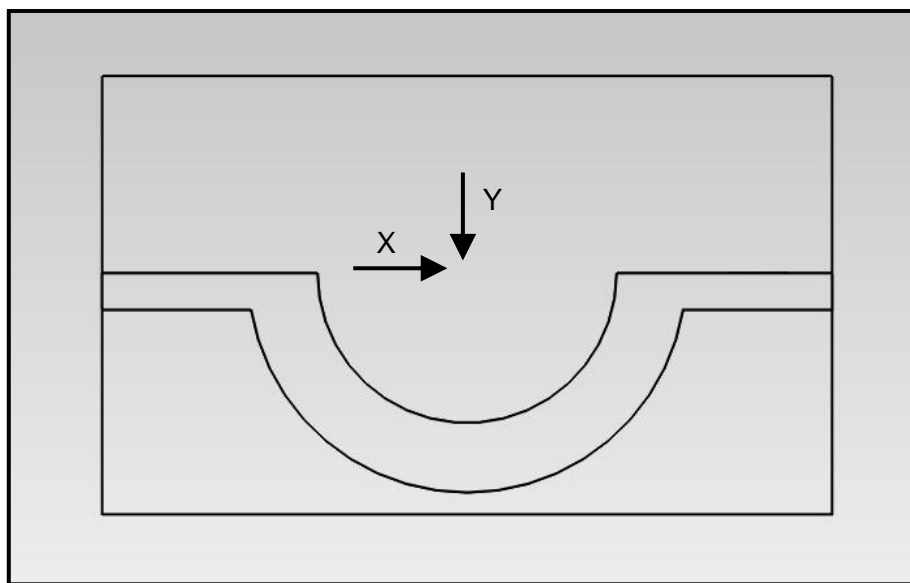


Figura 117. Representació de les forces actuant sobre el Suport de l'eix posterior.

Les forces actuant en cada un dels escenaris analitzats seran les següents:

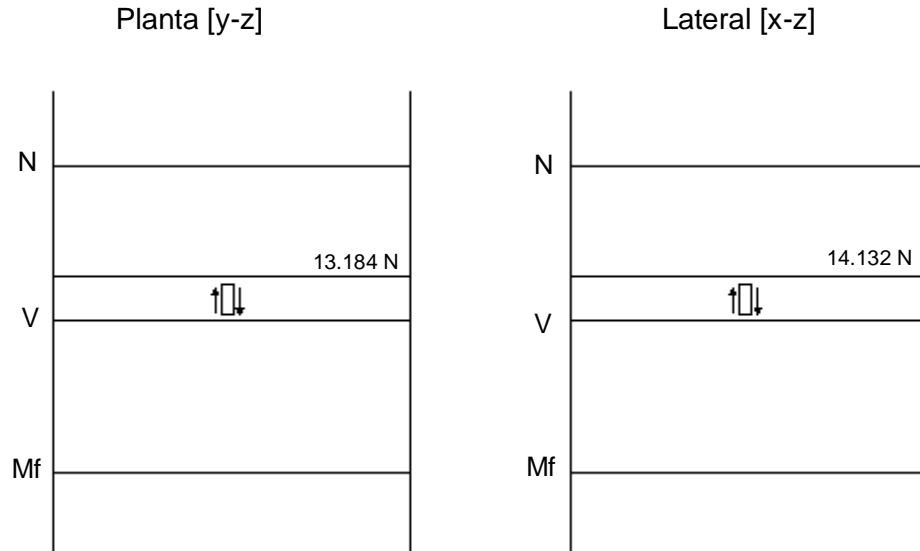
Estudis crítics	X [N]	Y[N]
Inici Aixecament	13.184	14.132
Descàrrega Posterior	24.280	1.555
Descàrrega Lateral	21.733	12.657

Taula 21. Resultats estudi Suport Eix Posterior.

- **Estudi "Inici Aixecament":**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 0 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{13.184^2 + 14.132^2} = 19.327 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de 986,798 mm², i un Factor de Seguretat de 1.5.

- **Resistència a esforç tallant:**

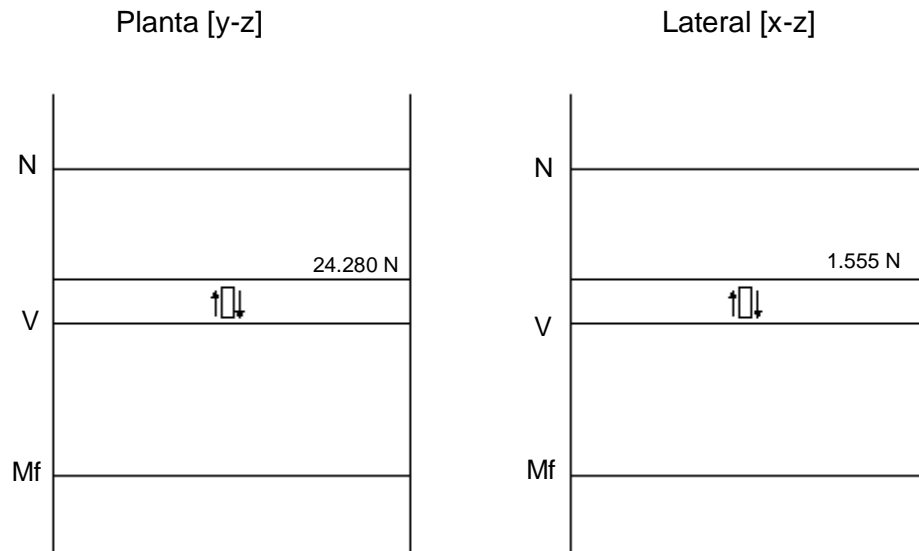
$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{3}{2} * \frac{19.327}{986.79} \rightarrow \sigma_{el} \geq 88,13 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 6, a partir dels càlculs realitzats, serà de 88,13 MPa.

- **Estudi "Descàrrega Lateral":**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 0 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{24.280^2 + 1.555^2} = 24.330 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $986,798 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- **Resistència a esforç tallant:**

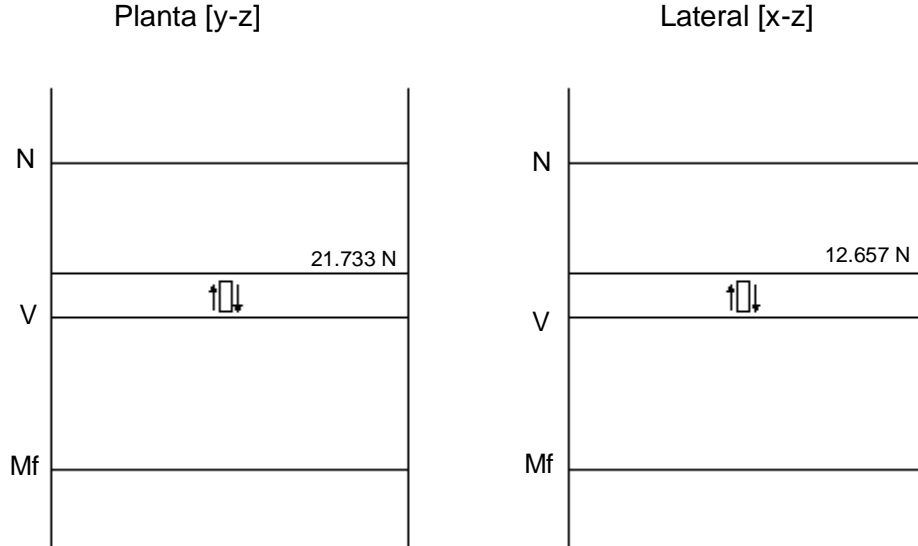
$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{3}{2} * \frac{24.330}{986,79} \rightarrow \sigma_{el} \geq 111 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 6, a partir dels càlculs realitzats, serà de 111 MPa.

- **Estudi "Descàrrega Posterior":**

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que hauran de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 0 \text{ N}$
- Tallant: $V = \sqrt{21.733^2 + 12.657^2} = 25.150 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de $986,8 \text{ mm}^2$, i un Factor de Seguretat de 1.5.

- **Resistència a esforç tallant:**

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{3}{2} * \frac{25.150}{986,8} \rightarrow \sigma_{el} \geq 114,7 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi 6, a partir dels càlculs realitzats, serà de 114,7 MPa.

3.13.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

- **Estudi "Inici Aixecament":**

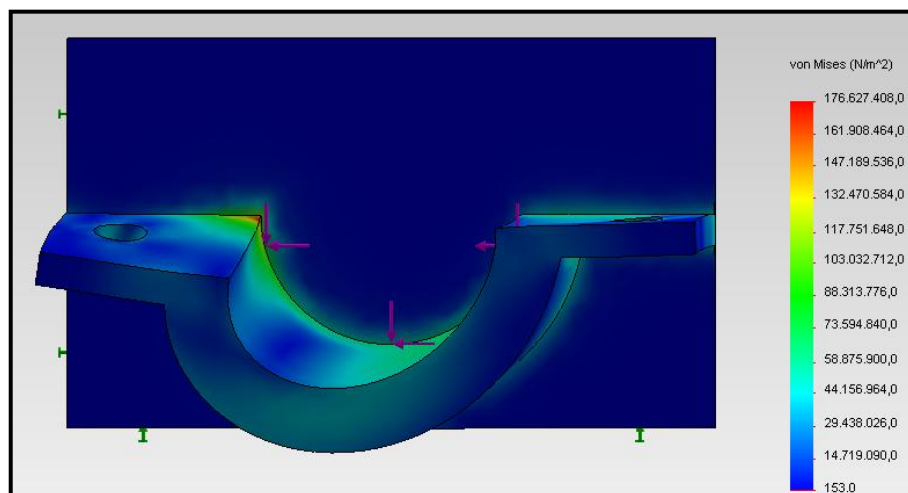


Figura 118. Anàlisi tensional 3D del Suport de l'eix posterior (cas "Inici Aixecament").

- **Estudi "Descàrrega Lateral":**

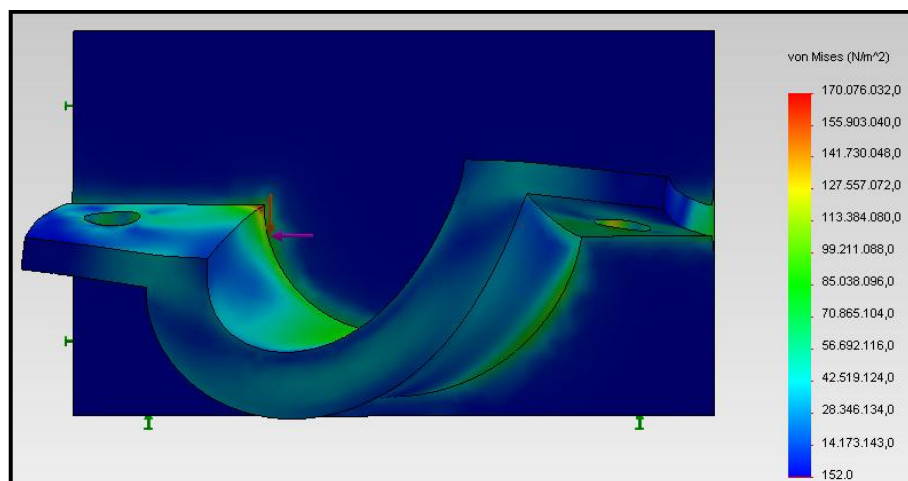


Figura 119. Anàlisi tensional 3D del Suport de l'eix posterior (cas "Descàrrega Lateral").

- **Estudi "Descàrrega Posterior":**

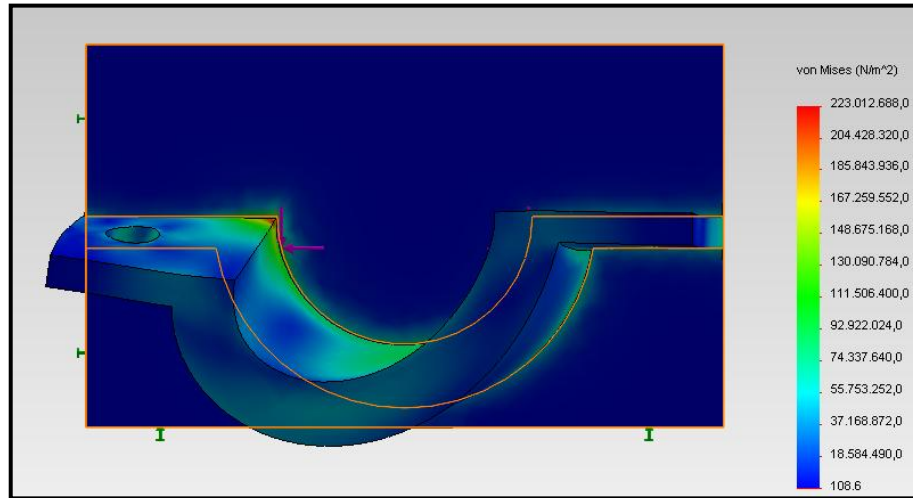


Figura 120. Anàlisi tensional 3D del Suport de l'eix posterior (cas "Descàrrega Posterior").

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 336 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.14. Càlculs del Suport de l'eix del pistó.

3.14.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant serà la següent, en els cas més desfavorable dels diferents casos estudiats al Capítol 3.10.

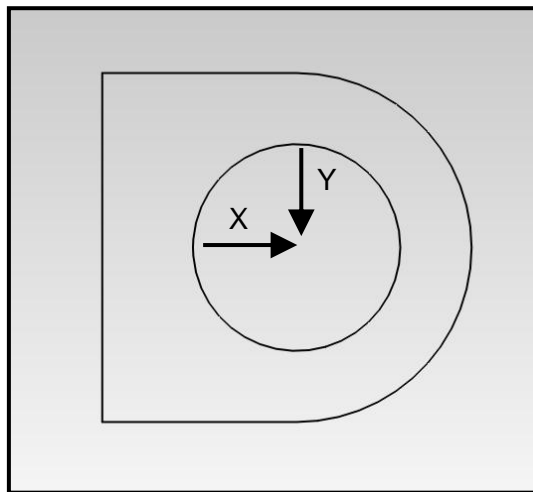


Figura 121. Representació de les forces actuant sobre el Suport de l'eix del pistó.

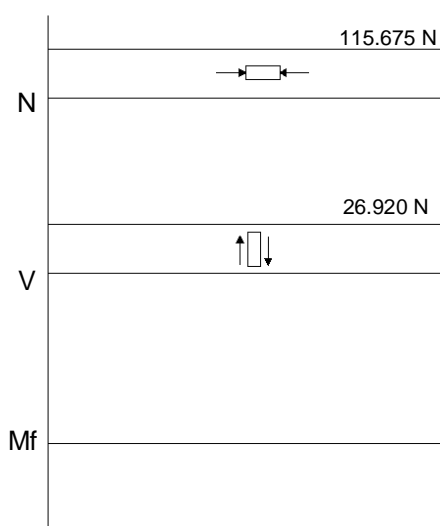
Les forces actuant seran les següents:

	X [N]	Y[N]
Força aplicada	115.675	26.920

Taula 22. Resultats estudi Suport Eix del Pistó2

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquest Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 115.675 \text{ N}$
- Tallant: $V = 26.920 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de 608 mm^2 , i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{115.675}{608} \rightarrow \sigma_{el} \geq 190 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi sol·licitacions, a partir dels càlculs realitzats, serà de 190 MPa.

- Resistència a esforç tallant:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{26.920}{608} \rightarrow \sigma_{el} \geq 177 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi sol·licitacions, a partir dels càlculs realitzats, serà de 177 MPa.

3.14.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

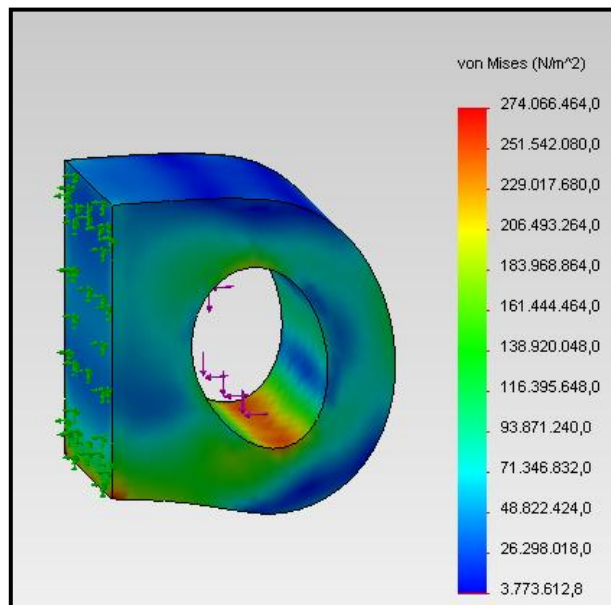


Figura 122. Anàlisis tensional 3D del Suport de l'eix del pistó.

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 411 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.15. Càlculs de l'Estructura Interior.

3.15.1. Simulacions realitzades

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuantes serà la següent, entre els diferents casos estudiats al Capítol 3.10.

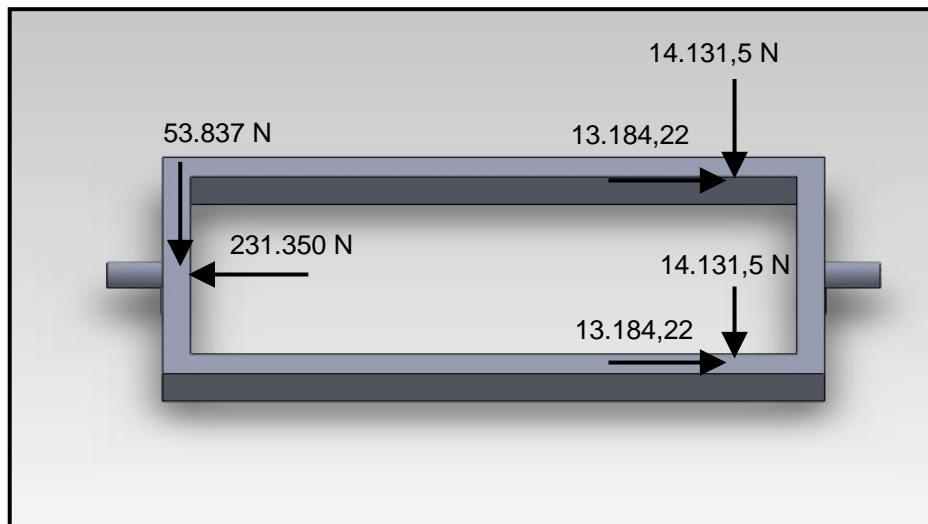


Figura 123. Forces actuantes a l'estructura interior

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks, ja que un càlcul empíric es molt complicat realitzar-ho amb precisió.

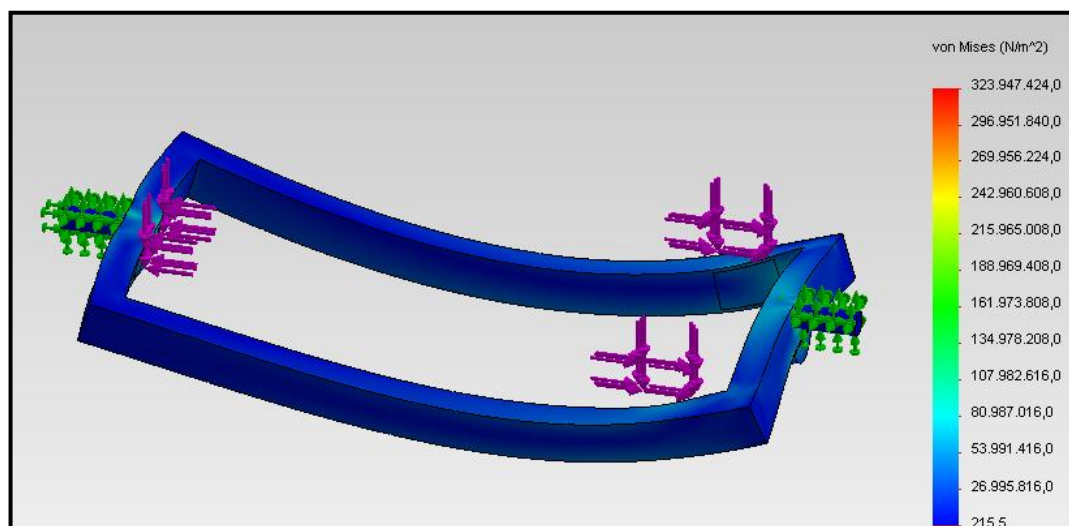


Figura 124. Anàlisi tensional 3D de l'Estructura Interior.

Per tant, després de l'anàlisi 3D realitzats en els diferents casos, es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 486 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.16. Càlculs del Suport de l'Estructura Interior.

3.16.1. Càlculs realitzats

La representació gràfica de les dimensions i localització de les forces actuant serà la següent, en els cas més desfavorable dels diferents casos estudiats al Capítol 3.10.

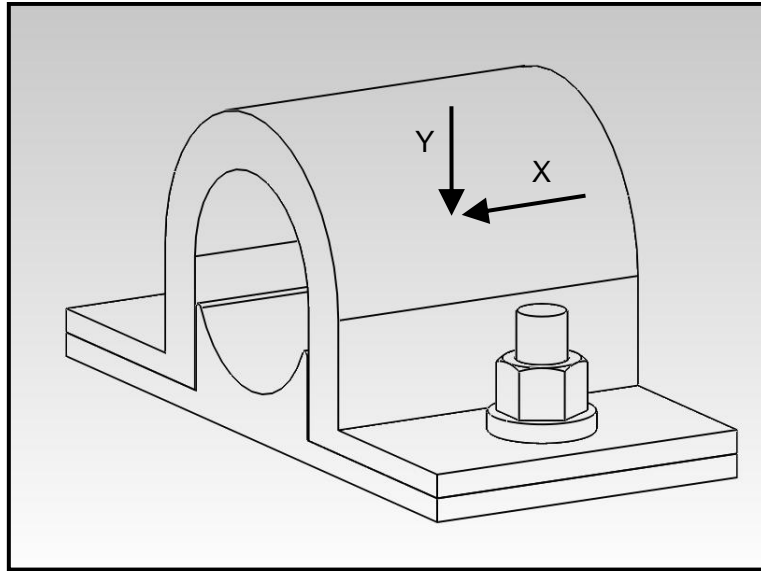


Figura 125. Representació de les forces actuant sobre el Suport de l'Estructura Interior.

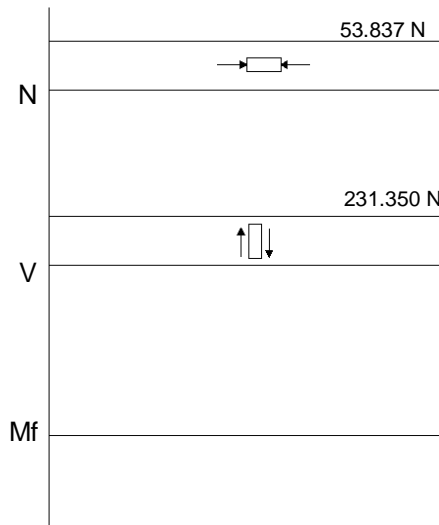
Les forces actuant seran les següents:

	X [N]	Y[N]
Força aplicada	231.350	53.837

Taula 23. Forces aplicades.

A continuació, es calcularà quin és el límit elàstic mínim que haurà de tenir l'element per resistir les forces actuant en aquest cas.

Analitzant els dos plans de la peça, i fent dos anàlisis 2D, es troba que:



Per tant, les sol·licitacions d'aquet Estudi per dimensionar l'element seran:

- Axil: $N = 53.837 \text{ N}$
- Tallant: $V = 231.350 \text{ N}$
- Moment flector: $Mf = 0$

Procedint als càlculs, es sap que la superfície resistent serà de 3.220 mm^2 , i un Factor de Seguretat de 1.5.

- Resistència a esforç axial:

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{N}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1.5} = \frac{53.837}{3.220} \rightarrow \sigma_{el} \geq 25 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi sol·licitacions, a partir dels càlculs realitzats, serà de 25 MPa.

- Resistència a esforç tallant:

$$\tau = \frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1.5} = \frac{4}{3} * \frac{231.350}{3.220} \rightarrow \sigma_{el} \geq 287 \text{ MPa}$$

El límit elàstic mínim que haurà l'acer per resistir les forces de l'Estudi sol·licitacions, a partir dels càlculs realitzats, serà de 287 MPa.

3.16.2. Simulacions realitzades

Per tal de determinar quin és el límit elàstic a les zones crítiques, es realitzarà un estudi tensional de tota la peça en 3D, mitjançant el programa Solidworks.

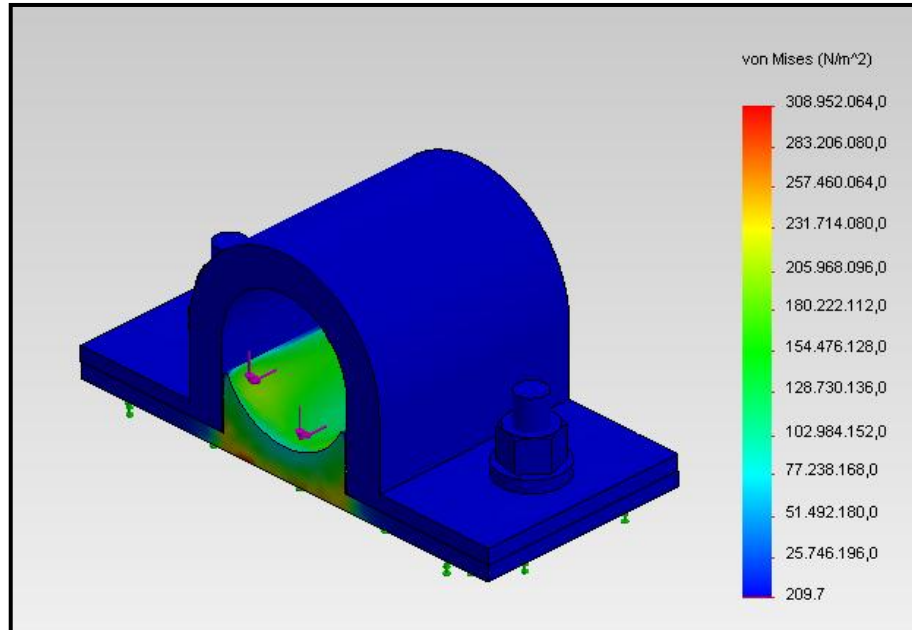


Figura 126. Anàlisi tensional 3D del Suport de l'Estructura Interna.

Per tant, després de càlculs resistents i de l'anàlisi 3D realitzats es determina que el límit elàstic mínim haurà de ser 464 MPa (aplicant un factor de seguretat de 1.5).

3.17. Càlculs de les característiques hidràuliques.

En aquest apartat es calcularà quina és la pressió mínima de treball i el cabal mínim necessari per poder realitzar la descàrrega correctament amb els cilindres hidràulics seleccionats anteriorment.

3.17.1. Càlcul de la pressió mínima de treball

La pressió mínima de treball serà:

$$P_{min} = \frac{F}{S}$$

Dimensionant el sistema en el moment més crític de treball, es sabrà que la força màxima que haurà de realitzar el pistó serà 240 kN, i el diàmetre del pistó serà de 50.8 mm.

$$P_{min} = \frac{240 \cdot 10^3}{\frac{\pi}{4} \cdot 50.8^2} = 118,41 \text{ bar}$$

Per tant, la pressió de treball serà de 175 bar.

3.17.2. Càlcul del cabal mínim

El cabal mínim de treball serà:

$$Q_{max} \cdot P = F \cdot v$$

Admetent una velocitat màxima del pistó de 25 mm/s, per tenir una descàrrega suau i progressiva, el cabal mínim de treball, serà:

$$Q_{max} = \frac{F \cdot v}{P} = \frac{240 \cdot 10^3 \cdot 0.025}{175 \cdot 10^5} = 3,428 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \text{ (20,6 L/s)}$$

Per tant, el cabal mínim de treball serà de 20,6 L/s.

3.18. Càlculs de les característiques hidràuliques.

3.18.1. Càlcul del cilindre hidràulic

Considerant el cas més desfavorable, que la caixa s'arribés a inclinar verticalment amb tota la càrrega al seu interior, hi hauria una força actuant de 5.675 N/m².

Sabent que la porta posterior té una superfície de 0.87 x 2.5 m, la càrrega a suportar serà de:

$$P = q * S = 5.675 \frac{N}{m^2} * (0.87 * 2.5) = 12,5 \text{ kN}$$

La força total del sistema serà de 12,5 kN, força que haurà de resistir el pistó.

El cilindre hidràulic seleccionat serà el model HM250 de la marca HP SYSTEMS.



Figura 127. Cilindre hidràulic del sistema de tancament de la porta posterior.

3.18.2. Càlcul de l'anclatge

L'anclatge estarà sotmès a un esforç axial de 6,25 kN.

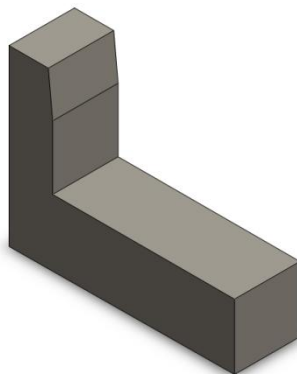


Figura 128. Anclatge.

Analitzant l'element, es pot comprovar que la secció crítica en la secció anterior x (30x30mm).

$$\frac{\sigma_{el}}{FS} = \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{\sigma_{el}}{1,5} = \frac{6,25 \cdot 10^3}{30 \times 30} \rightarrow \sigma_{el} = 10,4 \text{ MPa.}$$

S'utilitzarà l'acer al carboni F-111 amb un límit elàstic de 350 MPa per fabricar aquest component.

3.18.3. Càlcul de l'eix de l'anclatge

El suport de fixació a la caixa basculant, estarà sotmès a un esforç tallant de 6,25 kN.

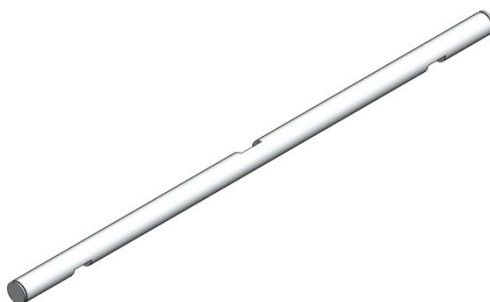


Figura 129. Eix de l'anclatge

Analitzant l'element, es pot comprovar que la secció crítica en l'entalladura de l'eix (la meitat de Ø30mm).

$$\frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1,5} = \frac{4}{3} * \frac{6,25 \cdot 10^3}{\frac{\pi}{4 * 2} * 30^2} \rightarrow \sigma_{el} = 79,58 MPa.$$

S'utilitzarà l'acer al carboni F-111 amb un límit elàstic de 350 MPa per fabricar aquest component.

3.18.4. Càlcul del suport de fixació a la caixa basculant

El suport de fixació a la caixa basculant, estarà sotmès a un esforç tallant de 12,5 kN.

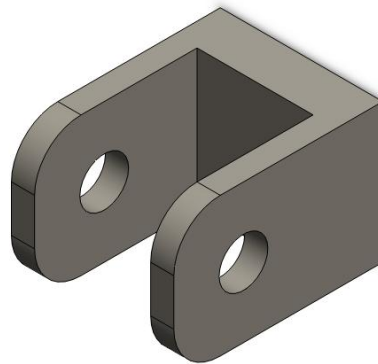


Figura 130. Suport de fixació a la caixa basculant.

Analitzant l'element, es pot comprovar que la secció crítica serà la base del suport (35x5mm).

$$\frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1,5} = \frac{4}{3} * \frac{12,5 \cdot 10^3}{2 * (35 * 5)} \rightarrow \sigma_{el} = 142,86 MPa.$$

S'utilitzarà l'acer al carboni F-111 amb un límit elàstic de 350 MPa per fabricar aquest component.

3.18.5. Càlcul de l'eix de suport de fixació a la caixa basculant.

L'eix de suport de fixació a la caixa basculant, estarà sotmès a un esforç tallant de 12,5 kN.



Figura 131. Eix de suport de fixació a la caixa basculant.

Analitzant l'element, es pot comprovar que la secció crítica serà tot el cos de l'eix (Ø10 mm)

$$\frac{0.5 * \sigma_{el}}{FS} = \frac{4}{3} * \frac{V}{Sr} \rightarrow \frac{0.5 * \sigma_{el}}{1,5} = \frac{4}{3} * \frac{12,5 \cdot 10^3}{\frac{\pi}{4} * 10^2} \rightarrow \sigma_{el} = 636,62 \text{ MPa.}$$

S'utilitzarà l'acer al carboni F-114 amb un límit elàstic de 700 MPa per fabricar aquest component.